

Special

Linux:
So entsteht
der perfekte
Gaming-PC



S. 62

**48
Seiten
mit neuen
Tests**

Neu: Lüfter,
CPUs, GPUs,
Radiatoren
Bau-Tipps:
Gaming-PCs

Nachtest: Windows-Boost, neue X3D-CPU



S. 42

Rettung für Ryzen?



Gaming-Monitore

Scharfe Displays für Spieler

Technik und Tests: Dual Mode, neue Panels, Mini LED S. 74

15 Lüfter mit 120 mm im Fokus

Mit Überraschungen: Gewinner & Verlierer in der PCGH-Lüfterrangliste S. 88

AMDs X3D versus Intels CPU-Spitze: Wer gewinnt im Benchmark-Duell?

Nur in dieser Ausgabe: Über 300.000 3DMark-Runs für Sie entschlüsselt S. 54

Exklusivtest

WaKü extrem:
Mo-Ra IV vs. Gigant vs. ...

S. 66

**MTT S80: Gefahr
für Nvidia & AMD?**

Test

**Bauvorschläge
Gaming-PCs**

Special

€ 6,99 | Ausgabe 11/2024
Österreich € 7,50 | Schweiz sfr. 10,80 |
Benelux € 8,20 | Italien € 9,00



★ WAR ★ THUNDER

BONUS
FÜR NEUE
SPIELER



50.000.000+ SPIELER



2500+ FAHRZEUGE



REALISTISCHE SCHADENSMODELLE

Erlebe packende Luftkämpfe, fesselnde Panzerschlachten und epische Seegefechte in WAR THUNDER, dem umfangreichsten Fahrzeugkampfspiel aller Zeiten. Mehr als 2500 spielbare Flugzeuge, Helikopter, Panzer und Schiffe aus über 100 Jahren Kriegsgeschichte erwarten dich. Jetzt neu: Spiele jetzt kostenlos auf PC, PlayStation und Xbox. Folge dem Link oder scanne den QR-Code und sichere dir deinen Starter-Bonus!



Logbuch #289: Über dem Tellerrand, Wunschkonzert bei Monitoren



Thilo Bayer
Chefredakteur
PC Games Hardware

Über dem Tellerrand: Was passiert, wenn im Newsfeed von PC-Komponenten relativ wenig los ist? Sony stellt die PS5 Pro vor und alle diskutieren mit. So geschehen im September, als der PlayStation-Hersteller eine regelrechte Bombe mit der 800-Euro-Konsole platzen ließ. Natürlich steht bei PCGH nicht umsonst der PC im Namen, aber es ist auch selbstverständlich, dass PC-Spieler in so einem Fall über den Tellerrand schauen. Immerhin operiert in den Playstations seit einiger Zeit spezielle AMD-Hardware und das ist wohl selbst bei der PS6 der Fall. Und natürlich beginnt man automatisch, die Preise und die Leistung der PS5 Pro mit PCs für diesen Preis zu vergleichen. Zumal die PS5 Pro für 800 Euro nicht mal ein Blu-ray-Laufwerk oder einen vertikalen Standfuß aufweist. Sind diese Vergleiche immer sinnvoll? Man kann geteilter Meinung sein, denn viele PC-Spieler haben auch eine Konsole daheim, um Exklusivtitel bei Nintendo oder Sony zeitnah spielen zu können. Und eine PS5 Pro kann bestimmte Dinge zu diesem Preis aufgrund der Spezialisierung einfach sehr gut, während ein PC weit mehr beherrscht als Gaming. Warum das alles ein Thema ist? Auf PCGH.de berichten wir auch über den Tellerrand und kein Thema war so stark kommentiert wie die PS5 Pro. Würden Sie es begrüßen, wenn wir auch im Printheft über die Technik einer solchen Konsole berichten? Schreiben Sie mir Ihre Meinung an post@pcgh.de.

Wunschkonzert bei Monitoren: Im vorigen Editorial der PCGH 10 informierte ich Sie noch darüber, dass sich der langjährige Fachredakteur Manuel Christa beruflich neu orientiert. Mittlerweile hat ein wichtiger Fachbereich, und zwar Monitore, ein neues Zuhause gefunden. Philipp Reuther, seit jeher ein Pixelfetischist, wird Sie ab sofort über Gaming-Displays auf dem Laufenden halten. Zum Einstieg in das Thema und als Übergabe berichtet Phil in dieser Ausgabe über die jüngsten technologischen Entwicklungen und stellt auch die ersten OLED-Dual-Monitore genauer vor, die beide Welten miteinander verbinden: Ultra HD mit 240 Hz oder Full HD mit 480 Hz, ganz nach Laune. Welche Wünsche haben Sie im Bereich Gamer-Displays und Fernseher? Welche Produkte sollen zeitnah getestet werden? Schicken Sie mir Ihre Meinung an post@pcgh.de.

Viel Spaß mit der Ausgabe Nummer 289 wünscht Ihr

Thilo Bayer

PCGH-PCs



<https://www.pcgh.de/dubaroPCs>



Torsten Vogel ist vorzeitig in den Süden nach Anselm geflogen, um seine Verwandten zu besuchen.



Neu im Monitor-Geschäft: **Phil** bekommt von **Jan** ein technisches Briefing für Tests.



Raff hat sich mit voller Leidenschaft der MTT S80 gewidmet.

Die Redaktion im September 2024

+++ **Torsten** kommt in der Abgabewoche aus dem Jahresurlaub zurück +++ **Raff** liefert den weltweit ersten vollwertigen Test der Moore Threads MTT S80 +++ **Phil** startet in das Abenteuer Monitore +++ **Richie** gibt angesichts des nahenden Herbstes konkrete Bauvorschläge für PCs +++ **Dave** gibt Ryzen 9000 eine zweite Chance und prüft außerdem den 7600X3D +++ **Jan** schnappt sich sehr viele 120-mm-Lüfter und prüft sie auf Leistung und Lautstärke

Heftinhalt

SPECIAL

Special: PC-Bauvorschläge 8

Sie suchen Inspiration für Ihren nächsten Gaming-PC? In unseren Zusammenstellungen finden Sie für jedes Budget ein Beispiel.

GRAFIKKARTEN

Startseite 18

Unsere aktuellen GPU-Leistungsindizes für Rasterizing und Raytracing + Ausblick auf RDNA 4 dank Sonys Playstation 5 Pro.

Wissen: Neuerungen der Anvil-Engine 22

Die Unreal Engine 5 wird zur Massenware. Was bieten In-house-Lösungen wie die Anvil-Engine in Spielen wie Assassin's Creed Shadows?

Test: Moore Threads MTT S80 28

Wir haben die PCIe-5.0-Grafikkarte aus China durch unseren Tesparcours geschickt und den Chip auf Herz und Nieren geprüft.

PROZESSOREN

Startseite 40

Unsere aktuellen CPU-Leistungsindizes für Spiele und Anwendungen + Ryzen 9700X/9600X mit 105 TDP im Test.

Nachtest: Zen 5 mit neuer Version 42

Zen 5 dank Windows-Update doch auf Höhenflug? Wir haben geprüft, ob sich die Leistung der AMD-Chips signifikant verbessert hat.

Test: Ryzen 5 7600X3D 50

Wir konnten den nun doch in Deutschland erhältlichen X3D-Sechskerner durch unseren Test schicken. Gibt es einen Haken?

Analyse: 3DMark-Datenbank (Teil 3) 54

Im dritten Teil unserer exklusiven Statistik-Entschlüsselung stehen CPUs im Fokus. Wer performt im Time-Spy-Benchmark am besten?

INFRASTRUKTUR

Startseite 60

Im Einzeltest: Asus ROG Azoth Extreme (75er-Luxus-Tastatur), JBL Tour Pro 3 (In-Ears mit PC-Support) sowie Shure SM7B (XLR-Mikrofon)

Linux: Der perfekte Gaming-PC 62

Welche Hardware bietet sich für das offene Betriebssystem an? Wir stellen einen PC zusammen und geben wichtige Infos an die Hand.

Test: Übergroße Radiatoren 66

Externe Radiatoren können mit sehr hoher



Ein ganzer Berg an aktuellen Rechnern, Tests und Infos

Neben vielen PC-Konfigurationen für alle Budgets (inkl. Linux-Gaming als Bonus), werfen wir unter anderem einen Blick auf die Zen-5-Performance mit brandneuem Windows-Update, erklären Monitor-Technologie und testen jede Menge Kühlungs-hardware wie übergroße Radiatoren und 120-mm-Lüfter.

Kühlleistung punkten. Wir haben aktuelle, übergroße Radiatoren getestet.

- Alphacool Nexxos XT45 1080 Nova
- Alphacool Nexxos XT45 1260 Supernova
- Aquacomputer Airplex Modularity System 360mm (3x)
- Aquacomputer Airplex Gigant 3360
- Watercool Mo-Ra IV 200
- Watercool Mo-Ra IV 400
- Watercool Mo-Ra IV 600

Wissen + Test: Gaming-Monitore 74

Welche Panel-Typen bieten welche Vor- und Nachteile und wie funktionieren diese? Außerdem im Test: zwei neue OLED-Monitore.

- Asus ROG Swift OLED PG32UDCP
- Corsair 34WQHD240-C

Test: 15x 120-mm-Lüfter 88

Wir haben unsere Lüfterrangliste um 15 vielversprechende Modelle erweitert.

- APNX FP2-120
- Asus ROG Strix XF 120
- Be Quiet Pure Wings 3
- Corsair RS120 Max
- Corsair RX120 RGB
- Endorfy Fluctus 120 PWM
- Hyte THICC FP12
- Jonsbo HF120
- Jonsbo Magic Fan ZF-120
- Lian Li Uni Fan P28

- Montech Metal 120 PWM
- MSI Silent Gale P12
- Noiseblocker NB-eLoop X
- NZXT F120 RGB DUO
- Phanteks T30

EINKAUFSFÜHRER

EKF-Startseite	104
Grafikkarten	106
Prozessoren & RAM	107
Kühlung	108
Kompakt-Wasserkühlung & Mainboards	109
Monitore & Eingabegeräte	110
Festplatten & SSDs	111
Gehäuse	112
Netzteile & Sound	113

SERVICE

Editorial	3
Heftinhalt	4
DVD-Inhalt	6
Teamseite	102
Vorschau & Impressum	114

1&1 Sparpreise

Top Smartphones für 0,- € einmalig
mit der 1&1 All-Net-Flat.*

1&1 – Immer wieder besser.

Einmalig

0,-
€*



9,99
z.B. €/Monat*

nach dem 6. Monat 19,99 €/Mon.
mit Xiaomi Redmi Note 13 Pro | 5G
und der 1&1 All-Net-Flat

1&1

1und1.de



0721 / 960 6000

Sie erreichen uns rund um die Uhr kostenlos aus dem 1&1 Netz.



*Sparpreis-Aktion, z.B. das Xiaomi Redmi Note 13 Pro | 5G für 0,- € einmalig, z.B. in Verbindung mit der 1&1 All-Net-Flat XS mit Multicard und 1 GB Highspeed-Volumen/Mon. mit bis zu 50 MBit/s im Download und bis zu 25 MBit/s Upload, danach max. 64 kBit/s, die ersten 6 Mon. für 9,99 €/Mon., danach 19,99 €/Mon. oder das Samsung Galaxy S24 Ultra oder Google Pixel 9 für je 0,- € einmalig, z.B. in Verbindung mit der 1&1 All-Net-Flat S mit Multicard und 5 GB Highspeed-Volumen/Mon. die ersten 6 Mon. für 29,99 €/Mon. (S24 Ultra) bzw. 19,99 €/Mon. (Pixel 9), danach 69,99 €/Mon. (S24 Ultra) bzw. 49,99 €/Mon. (Pixel 9). Highspeed-Volumen jeweils bis zu 300 MBit/s im Download/bis zu 50 MBit/s im Upload, danach je max. 64 kBit/s. Gratis Telefonieren und Surfen gilt nicht für Sonder- und Premiumdienste, Verbindungen aus Deutschland ins Ausland sowie Roaming außerhalb EU gemäß Preisliste. Bereitstellungspreis je 39,90 €. Je 24 Monate Vertragslaufzeit. Bestimmte AI-Funktionen setzen einen Samsung oder Google Account Login voraus. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, Elgendorfer Straße 57, 56410 Montabaur. WEEE-Nr. DE13470330



Heft-DVD

Spiele-Vollversion

■ Warhammer: Vermintide 2

5 Videos aus der Redaktion

- Warum 3dfx so wichtig für PC-Spieler war
- Gamescom 2024: Unser Hardware-Rundgang
- Im Spiele-Duell: Linux vs. Windows
- Ryzen 9000: Runde 2 enttäuscht
- Top Spiele der Gamescom 2024

Specials

- DVD-Inlay zum Ausdrucken
- Zwölf 120-mm-Lüfter im Vergleich (PDF)

Aktuelle Tools plus Grafikkarten-Treiber

- GPU-Z 2.60.0, Nvidia Inspector 1.9.8.1, PCGH-„Furmark“ VGA-Tool 1.0.1, Sapphire Trixx 9.7.5
- AS-SSD Benchmark 2.0.7316, CapFrameX 1.7.3.4, Fraps 3.5.99, Prime 95 30.8, Super Pi 2.1
- CPU-Z 2.10, Core Temp 1.18, HD-Tune 2.55/5.75 Trial, Speedfan 4.52, Sysinternals Suite (Juni 2024)

Feedback im PCGH-Forum

Im Online-Forum von PC Games Hardware können Sie uns bequem Rückmeldung geben, welche Inhalte von Heft und DVD Ihnen gefallen haben. Dazu starten wir jeden Monat Umfragen und ein Feedback-Sammelthema. Durch Ihre Teilnahme helfen Sie uns, die Themenauswahl von PCGH besser auf die Wünsche der Leser abzustimmen – die einzige Voraussetzung ist ein kostenloser Foren-Account, der mit wenigen Mausklicks eingerichtet ist.

www.pcgh.de/feedback



Warum 3dfx so wichtig für PC-Spieler war

Am 24. August 1994 wurde der Wegbereiter 3D-beschleunigter Grafik gegründet: 3dfx Interactive. Viel Spaß mit der grafischen Zeitreise!



Gamescom 2024: Unser Hardware-Rundgang

Das Team der PCGH hat sich für Sie in die Gefilde der Gamescom begeben und die Hardware-Perlen vor Ort unter die Lupe genommen.



Im Spiele-Duell: Linux vs. Windows

Wie gut schlägt sich Linux mit NobaraOS in Spielen gegen Windows 11? Wir haben es mit verschiedenen Benchmarks für Sie getestet.



Ryzen 9000: Runde 2 enttäuscht

Unser neuer Benchmark-Parcours fordert auch die neue CPU-Generation. Hier sehen Sie alle zehn Spieleszenen zum Nachstellen.

Warhammer: Vermintide 2

Installation

Bei unserer Vollversion zu Warhammer: Vermintide 2 handelt es sich um einen Gratis-Code für Gamesplanet.com. Dazu geben Sie den Code auf unserer Codekarte unter www.pcgameshardware.de/codes ein. Den Code, den Sie dort erhalten, geben Sie dann bei Gamesplanet als Rabatt-Code an und erhalten dann dort einen Steam-Code für das Spiel.

Fakten zum Spiel

- **Genre:** Koop-Action
- **Publisher:** Fatshark
- **Veröffentlichung:** 08. März 2018

Systemvoraussetzungen

Mindestens: Windows 7 / 8.1 / 10 64-bit, Intel Core i5 2300 @ 2,8 GHz / AMD FX 4350 @ 4,2 GHz, 6 GiB RAM, Geforce GTX 460 / Radeon HD 5870, 65 GB freier Festplattenspeicher, DirectX 11 (Herstellerangaben)

Empfohlen: Win 10, Intel Core i7-3770 @ 3,5 GHz / AMD FX-8350 @ 4 GHz, 8 GiB RAM, Geforce GTX 1060 / Radeon R9 480, 105 GB freier Festplattenspeicher, DirectX 12 (Herstellerang.)



Bitte beachten Sie, dass wir aus rechtlichen Gründen im Heft keinen direkten Installationsschlüssel abdrucken. Den Key erhalten Sie, indem Sie die Ziffernfolge auf der Codekarte (S. 66/67) auf www.pcgh.de/codes (NICHT: pcgames.de) umwandeln. Der Key, den Sie dort bekommen, läuft aus rechtlichen und/oder technischen Gründen nach rund 6-7 Monaten ab. Bei dieser Vollversion lautet das Enddatum 28.02.2025. Bitte lösen Sie den Code daher rechtzeitig bei Gamesplanet ein.



Gaming-PCs auf einen Blick

Sie wünschen sich einen neuen Rechner, suchen aber nach Ausgangspunkten für Ihr individuelles System? Mit unseren beispielhaften Zusammenstellungen und Infos bekommen Sie alles Wichtige an die Hand!

Egal, ob Sie mit einem begrenzten Budget arbeiten oder die ultimative Gaming-Erfahrung suchen – wir haben die passende Grundlage für Ihren PC. Ein Eigenbau spart in den meisten Fällen nicht nur Geld, sondern ermöglicht es Ihnen viel mehr und freier, ein System nach Ihren individuellen Vorlieben zu gestalten. Um für einzelne Komponenten nicht zu viel zu zahlen, lohnt es sich, Preise über Online-Portale und deren Filter in den Kategorien zu prüfen. Unter www.pcgh.de/preisvergleich können Sie spezifische Parameter wie Maße

und Modelle festlegen und verschiedene Produkte sowie deren Preise und Preistrends direkt vergleichen. Besonders bei Grafikkarten rentiert sich eine Listung nach Bestpreis. Um zwischen verschiedenen Custom-Modellen und teilweise reinem Zubehör nicht den Überblick zu verlieren, wählen Sie im PCGH-Preisvergleich unter der Grafikkartenrubrik PCI-E aus. In der nun erscheinenden Suche können Sie unten schnell und bequem zwischen aktuellen Chips wählen und nach etwa einer GeForce RTX 4070 Super oder Radeon RX 7800 XT filtern.

Wichtig: Nur mit der Sortierung nach „Bestpreis“ (auswählbar zwischen der erweiterten Suche und den Produkten) werden auch tatsächlich die günstigsten Custom-Modelle ganz oben angezeigt. Ohne vorherige Umstellung wird standardmäßig nach Beliebtheit (Zugriffe) sortiert und kann gerade bei Grafikkarten zu viel teureren Premium-Karten führen, die unter Umständen überhaupt nicht ins Budget passen und abschrecken. Ähnlich können und sollten Sie auch bei anderer Hardware wie Platinen und Gehäusen vorgehen. Je nach Formfaktor, Ma-

ßen, Chipsatz, PCI-E-Standard und Kleinigkeiten wie Wi-Fi-Support kann es mit einer einfachen Textsuche schnell kompliziert werden. Die sauberen Kategorien des Preisvergleiches sind ergo ein sehr wichtiger Bestandteil beim Zusammenstellen Ihres neuen Rechners.

Planung zahlt sich aus

Gemeint ist damit nicht nur die Überlegung, welchen Zweck Ihr Rechner im Endeffekt erfüllen soll, sondern auch, welche Zwecke dieser in Zukunft noch erfüllen können soll. Planen Sie, Ihren Gaming-PC

Multimedia- und Office-PC

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor (AMD)	Ryzen 5 5600G (6 Cezanne-Kerne, AM4)	€ 125,-
CPU-Kühler	Boxed-Variante (mitgeliefert)	€ 0,-
Grafikkarte	Interne Vega-7-Grafikeinheit der CPU	€ 0,-
Mainboard	Asus TUF Gaming A520M-Plus WIFI (PCI-E-3.0)	€ 85,-
Arbeitsspeicher	G.Skill Ripjaws V 16 GiB DDR4-3600 CL18	€ 35,-
SSD (M.2)	Kingston NV2 PCI-E-4.0 mit 1 TByte	€ 55,-
Netzteil	Be Quiet Pure Power 11 mit 400 Watt, ATX 2.4	€ 55,-
Gehäuse	Montech Air 100 Lite (ohne USB-C)	€ 45,-
Gesamtpreis		€ 400,-

Solide Einstiegsklasse

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor (AMD)	Ryzen 5 5600 (6 Kerne, AM4)	€ 100,-
CPU-Kühler	Boxed-Variante (mitgeliefert)	€ 0,-
Grafikkarte (AMD)	Radeon RX 6600 mit 8 GiB	€ 195,-
Mainboard	MSI B550-A Pro (PCI-E-4.0)	€ 100,-
Arbeitsspeicher	G.Skill Ripjaws V 16 GiB DDR4-3600 CL18	€ 35,-
SSD (M.2)	Kingston NV2 PCI-E-4.0 mit 1 TByte	€ 55,-
Netzteil	Be Quiet Pure Power 11 mit 500 Watt, ATX 2.4	€ 65,-
Gehäuse	Deepcool CC560 V2 (ohne USB-C)	€ 50,-
Gesamtpreis		€ 600,-

Untere Mittelklasse mit Radeon

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor (AMD)	Ryzen 5 5600 (6 Kerne, AM4)	€ 100,-
CPU-Kühler	Boxed-Variante (mitgeliefert)	€ 0,-
Grafikkarte (AMD)	Radeon RX 7600 mit 8 GiB	€ 255,-
Mainboard	MSI B550-A Pro (PCI-E-4.0)	€ 100,-
Arbeitsspeicher	G.Skill Ripjaws V 32 GiB DDR4-3600, CL18	€ 55,-
SSD (M.2)	Kingston NV2 PCI-E-4.0 mit 1 TByte	€ 55,-
Netzteil	Be Quiet Pure Power 12 M mit 550 Watt, ATX 3.0	€ 85,-
Gehäuse	Deepcool CC560 V2 (ohne USB-C)	€ 50,-
Gesamtpreis		€ 700,-

Untere Mittelklasse mit Geforce

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor (AMD)	Ryzen 5 5600 (6 Kerne, AM4)	€ 100,-
CPU-Kühler	Arctic Freezer 36	€ 20,-
Grafikkarte (Nvidia)	Geforce RTX 4060 mit 8 GiB	€ 270,-
Mainboard	MSI B550-A Pro (PCI-E-4.0)	€ 100,-
Arbeitsspeicher	G.Skill Ripjaws V 32 GiB DDR4-3600, CL18	€ 55,-
SSD (M.2)	Kingston NV2 PCI-E-4.0 mit 1 TByte	€ 55,-
Netzteil	Be Quiet Pure Power 12 M mit 550 Watt, ATX 3.0	€ 85,-
Gehäuse	Montech Air 1000 Premium (ohne USB-C)	€ 70,-
Gesamtpreis		€ 755,-

regelmäßig mit neuer Hardware aufzurüsten oder möchten Sie den einmal aufgebaut haben und dann für die nächsten Jahre gar nicht erst aufmachen, geschweige denn aufrüsten? Die Antwort dieser Frage spielt eine wichtige Rolle bei der Abwägung innerhalb derselben Budgetklasse. Konkrete Beispiele lassen sich schnell finden: Intels Mainboard mit Sockel 1700 erhält aller Wahrscheinlichkeit keine stärkeren Prozessoren als die bereits erhältlichen wie den Core i9-14900K(S). Ein sinnvolles CPU-Aufrüsten fällt da im Grunde raus, die Abstände zwischen den Modellen sind bereits alle bekannt und sollten entsprechend bewusst sein. Bei AMD ist zwar die ältere AM4-Basis nach vorbildlich langem Support langsam am Ende, doch AM5-Platinen werden laut AMD noch bis mindestens bis ins Jahr 2027+ mit neuen, stärkeren/effizienteren CPUs versorgt. Mit einem ordentlichen AM5-Mainboard könnten Sie demnach jetzt auf ein günstiges Modell wie

den Ryzen 5 7500F setzen, um später zu einem für Spiele viel stärkeren Prozessor wie dem noch kommenden Ryzen 7 9800X3D aufzurüsten.

Als anderes Praxisbeispiel lässt sich das Netzteil und der PCI-E-Support aufgreifen: Ein auf Kante genähtes Netzteil kann bei größeren Grafikkarten-Upgrades mit deutlich höherem Strombedarf zum Problem werden. Eine Radeon RX 6600 schluckt im Spiel mit ca. 130 Watt deutlich weniger als etwa eine Geforce RTX 4080 Super mit ca. 320 Watt. Auch werden dann Details wie der Netzteilstandard wichtig – ATX 2.4 gegenüber dem neueren ATX 3 mit überarbeiteten Spezifikationen und höherer Transient-Slew-Rate für abrupte Lasten. Wenn Sie Ihr System im Grunde so belassen möchten, können Sie das Geld direkt in beispielsweise eine stärkere Grafikkarte investieren und ruhigen Gewissens noch auf auslaufende Sockeltypen mit besserem Preis-Leistungs-Verhältnis setzen.

Günstige Rechner

Warum Planung wichtig ist, lässt sich an den Details zwischen den vier Beispielen oberhalb illustrieren. Der Multimedia- und Office-PC setzt mit dem Ryzen 5 5600G auf eine APU mit integrierter Grafikeinheit. Hier gibt es viele Punkte zu beachten: Der 5600G nutzt im Gegensatz zum 5600 (ohne Grafikeinheit) nicht dieselben Vermeer-Kerne, sondern die ältere Cezanne-

Generation, mit im Vergleich dann insgesamt ca. 10 bis 15 Prozent weniger CPU-Leistung in Spielen. Auch unterstützt der 5600G nicht den PCI-E-4.0-Standard. Ein Aufrüsten zu etwa einer Intel-Arc-Grafikkarte oder GPUs wie einer RX 6400 wäre damit sehr ineffizient und möglichst zu vermeiden. Während ältere PCI-E-3.0-Grafikkarten wie eine Geforce RTX 2080 denkbar wären (etwa vom Gebraucht-

Wahl des Betriebssystems

Spätestens nach dem Zusammenbau Ihrer Konfiguration stellt sich die Frage nach dem Betriebssystem, denn ohne geht es nicht. Zur Wahl stehen zwei Grundoptionen.

Entweder entscheiden Sie sich für das theoretisch lizenzpflichtige Windows oder für eine kostenlose Linux-Distribution. Bei Microsoft stehen Windows 10 und 11 zur Wahl. Der Support für das beliebtere Windows 10 wird jedoch im Oktober 2025 eingestellt. So oder so: Zum Einrichten und tatsächlichen Nutzen von Windows müssen Sie keinen Lizenzschlüssel direkt parat haben. Nach einigen Tagen erinnert Sie Windows an die Aktivierung mit einem dezenten Wasserzeichen. Linux ist dagegen als Open-Source-Alternative völlig gratis."



REVOLUTION D.F. 12
750W / 850W

- Intel ATX 3.1 & PCIe 5.1 Ready
- Patentierte DFR™
- 12cm Bautiefe mit individuell geseleevten Kabeln
- Semi Fanless bis 50%



10 Jahre Herstellergarantie



Mit Geduld und Fingerspitzengefühl zum eigenen Rechner

Einen Rechner zusammenzubauen lässt sich im Jahr 2024 mit Klemmbaustein-Sets vergleichen. Mit den richtigen Anleitungen und Utensilien zur Hand sowie Zeit und Ruhe ist der Aufbau kein Hexenwerk.

Alle erforderlichen Schrauben sind in den Produktpackungen im Lieferumfang dabei. Bei besonderen Anforderungen sind auch Werkzeugzusätze enthalten – etwa bei CPU-Luftkühlern, die aufgrund des Kühlkörperaufbaus besonders lange Schraubenzieher erfordern. Mit einem einfachen Schraubendreher (bestenfalls magnetisch) sind jedoch alle zu erwartenden Hürden zu bewältigen, inklusive M.2-Feinschrauben. Um nach dem erfolgreichen Zusammenstecken den Rechner auch funktional nutzen zu können, sollten Sie einen USB-Stick mit dem Betriebssystem Ihrer Wahl parat halten, im besten Fall auch direkt mit allen erforderlichen Treibern. Vor und/oder nach der Installation von Windows 11 kann es je nach System passieren, dass Treiber fehlen, die für die Erkennung von SSDs oder Netzwerken erforderlich sind. Die (Mainboard-)Treiber können Sie in solchen Fällen vor der eigentlichen Installation manuell einspielen. Sollten Sie nach der Installation keine Internetverbindung herstellen können, können Sie den Schritt mithilfe der Tastenkombination Shift + F10 und dem Befehl OOBE\BYPASSNRO überspringen. Nach einem Neustart bekommen Sie die Option, auch ohne Internet zum Desktop zu gelangen, um anschließend dort die erforderlichen Netzwerktreiber über einen USB-Stick nachzureichen. Gerade für solche Fälle sind USB-Sticks und ein separates System (Laptop) eine sehr nützliche, beinahe essenzielle Unterstützung.

markt), ist der Ryzen 5 5600G als APU für sofort angedachte Aufrüstvorhaben nur bedingt bis gar nicht sinnvoll. Für modulare Rechner im Wohnzimmer oder das Home-Office-Büro eignet sich der 5600G dagegen ohne Probleme. Und das, ohne das Budget von 400 Euro sprengen zu müssen. Für diese 400 Euro bekommen Sie einen vollumfänglichen PC, mit dem auch CAD-Programme und Spiele wie Monster Hunter Rise oder gar Elden Ring (mit niedrigen Settings und 900p bei ca. 30 Fps) denkbar sind. Für Youtube, Indie-Spiele und Office-Tätigkeiten genügt die APU. Vorteil ohne Grafikkarte: Sie können den Formfaktor zusätzlich noch deutlich schrumpfen lassen. Für alle anderen Fälle, in denen Sie auf eine praktisch immer deutlich stärkere Grafikkarte setzen möchten, egal ob sehr alt oder als Neuware, rentiert sich viel eher der Ryzen 5 5600 mit seinen sechs Kernen zum sehr fairen Preis von ca. 100 Euro. Mit PreisLeistungs-Empfehlungen wie der MSI-Platine B550-A Pro mit PCI-E-4.0, mit vergleichsweise guten Erweiterungsmöglichkeiten, sind gute

Einsteiger- bis Mittelklasse-Rechner mit Aufrüstoptionen für 600 bis 800 Euro eine gute Wahl bei begrenzten Budgets. Noch günstiger wird es nur mit Gebrauchtware (inklusive allen Risiken) oder noch älteren Generationen als Neuware. Gehen Sie in jedem Fall vor dem Kauf alle Praxispunkte durch, die Sie erwarten. Benötigen Sie einen USB-C-Anschluss an der Gehäuse-Front? Wie viele USB-Typ-A-Slots möchten Sie vorne mit welchen Geräten (ergo welcher Geschwindigkeit) belegen können? Welche Display-Anschlüsse werden gebraucht? Unterstützt Ihr 144-Hz-Full-HD-Monitor die hohe Bildwiederholfrequenz nur über den älteren Dual-DVI-Anschluss und nicht über Displayport oder HDMI, sollten Sie das bewusst einplanen oder mit einer niedrigeren Frequenz von 60 Hz arbeiten und spielen müssen.

Preis-Leistung unter 1.000 €

AM4 mag vielleicht auslaufen und im Vergleich zum knackigeren AM5-Sockel alt wirken, doch mit fixem Budget ist AMDs alte Plattform immer noch ein starker Tipp.



Der Ryzen 5 5600 ist seine 100 Euro alle Mal wert und hält als preiswerte Empfehlung für den unteren Budget-Bereich her.



Die Radeon RX 7700 XT siedelt sich von der Performance her zwischen der Geforce RTX 4060 Ti (20 Prozent mehr Rasterizing-Leistung) und RTX 4070 an.

Preis-Leistungs-Tipp I

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor (AMD)	AMD Ryzen 5 5600 (6 Kerne, AM4)	€ 100,-
CPU-Kühler	Boxed-Variante (mitgeliefert)	€ 0,-
Grafikkarte (AMD)	Radeon RX 6800 mit 16 GiB	€ 390,-
Mainboard	MSI B550-A Pro (PCI-E-4.0)	€ 100,-
Arbeitsspeicher	G.Skill Ripjaws V 32 GiB DDR4-3600, CL18	€ 55,-
SSD (M.2)	Kingston NV2 PCI-E-4.0 mit 1 TByte	€ 55,-
Netzteil	Be Quiet Pure Power 12 M mit 550 Watt, ATX 3.0	€ 85,-
Gehäuse	LC-Power Gaming 804B Obsession X (mit USB-C)	€ 70,-
Gesamtpreis		€ 855,-

Preis-Leistungs-Tipp II

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor (AMD)	Ryzen 7 5700X3D (8 3D-V-Cache-Kerne)	€ 175,-
CPU-Kühler	Arctic Freezer 36	€ 20,-
Grafikkarte (AMD)	Radeon RX 7700 XT mit 12 GiB	€ 370,-
Mainboard	MSI B550-A Pro (PCI-E-4.0)	€ 100,-
Arbeitsspeicher	G.Skill Ripjaws V 32 GiB DDR4-3600, CL18	€ 55,-
SSD (M.2)	WD Blue SN580 PCI-E-4.0 mit 1 TByte	€ 60,-
Netzteil	Be Quiet Pure Power 12 M mit 550 Watt, ATX 3.0	€ 85,-
Gehäuse	Phanteks XT Pro Ultra (mit USB-C)	€ 80,-
Gesamtpreis		€ 965,-



Der Ryzen 7 5700X3D hat den 5800X3D auf dem Markt praktisch ersetzt – der einstige X3D-Primus ist zu teuer. Der 5700X3D performt dennoch stark.



Nvidias Mittel- bis Oberklasse ist den Preis durchaus wert, vor allem wenn Raytracing-Spiele öfter unterkommen oder ein Effizienz-Tuning angestrebt wird.

Kombiniert mit einer Radeon RX 6800 mit langlebigen 16 GiB Videospeicher oder der neueren RX 7700 XT mit „nur“ 12 GiB lässt sich aus der alten Plattform noch viel Spieleleistung rauskitzeln. Gerade mit auf Gaming fokussierte Prozessoren wie dem Ryzen 7 5700X3D, die in Spielen (nicht in Anwendungen) noch mit CPUs wie dem teureren Intel Core i5-13600KF mithalten können. Knackpunkt, im Grunde wie auch bei Sockel 1700: Ein großes CPU-Upgrade ist mit AM4 und dem Ryzen 7 5700X3D nicht mehr großartig sinnvoll. Der stärkere Ryzen 7 5800X3D bietet zwar wenige Prozentpunkte mehr Spieleleistung, kostet dafür aber auch beim aktuellen Händlerangebot überhöhte ca. 375 bis 400 Euro – Finger weg! Für den (Auf)Preis lassen sich prak-

tischere Mehrgewinne wie mehr SSD-Kapazitäten oder stärkere GPU-Chips erzielen.

„Alter Kaffee mit Schuss“

Starke Grafikkarten wie eine GeForce RTX 4070 Super eignen sich perfekt für Systeme mit Ryzen X3D-CPU. Zwar ist der Videospeicher mit 12 GiB im Vergleich zu etwa der vorher genannten Radeon RX 6800 mit 16 GiB kleiner, dafür bringt die GeForce RTX 4070 Super aber alle modernen KI-Features von Nvidia mit (Stichwort: DLSS-Upsampling, Frame Generation, besserer Support bei AI-Bildgenerierungs-Tools etc.), inklusive rund 30 Prozent mehr Raster-Leistung und, mit großem Abstand, um die 60 bis 70 Prozent mehr Raytracing-Power. Netter Nebeneffekt: Die ohnehin sparsamen

X3D-Prozessoren wie der 5700X3D (Leistungsaufnahme in Spielen von ungefähr 50 Watt) sorgen in Kombination mit einer undervolteten GeForce-Karten (eigenem Effizienz-Tuning) für einen viel geringeren Gesamtverbrauch unter Last als vergleichbare Rechner mit Intel-Raptor-Lake-Basis und Radeon-GPU.

Beim Aufrüsten der CPU werden Sie zumindest die Platine und den Arbeitsspeicher ersetzen müssen, sofern Sie auf den moderneren AM5-Sockel wechseln möchten. Mit dem 5700X3D und der 4070 Super sollten Sie jedoch genug Performance für alle aktuellen und voraussichtlichen Blockbuster-Titel haben. Dank immer verfeinerter KI-Unterstützung lassen sich auch anspruchsvollere Monitore mit hö-

herer Auflösung (Beispiel: UHD oder UWQHD) und geschmeidigeren Bildfrequenzen adäquat und flüssig bespielen – und das besser, versatiler und zukunftsicherer als die für den 7. November angekündigte Playstation 5 Pro mit noch Zen-2-Achtkern-CPU (vergleichbar mit dem Ryzen 7 3700X).

„Next“-Gen

Beabsichtigen Sie jedoch immer mal wieder Upgrades, sowohl bei der CPU als auch der GPU, kann es sich auf lange Sicht durchaus rentieren, eine andere Gewichtung mit frischerem Technikfundament zu wählen. Der Ryzen 5 7500F ist beispielsweise eine sehr gute Wahl für Gaming-Rechner mit AM5-Platine und performt in Anwendungen ca. 5 bis 10 Prozent besser als der Ry-

X3D-CPU mit starker Geforce

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor (AMD)	Ryzen 7 5700X3D (8 3D-V-Cache-Kerne)	€ 175,-
CPU-Kühler	Arctic Freezer 36	€ 20,-
Grafikkarte (Nvidia)	GeForce RTX 4070 Super mit 12 GiB	€ 570,-
Mainboard	MSI B550-A Pro (PCI-E-4.0)	€ 100,-
Arbeitsspeicher	G.Skill Ripjaws V 32 GiB DDR4-3600, CL18	€ 55,-
SSD (M.2)	WD Blue SN580 PCI-E-4.0 mit 1 TByte	€ 60,-
Netzteil	Seasonic Focus GX mit 750 Watt, ATX 3.0	€ 110,-
Gehäuse	Deepcool CC560 V2 (ohne USB-C)	€ 50,-
Gesamtpreis		€ 1.140,-

Moderne AM5-Basis

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor (AMD)	Ryzen 5 7500F (6 Kerne, AM5)	€ 150,-
CPU-Kühler	Arctic Freezer 36	€ 20,-
Grafikkarte (Nvidia)	GeForce RTX 4070 mit 12 GiB	€ 530,-
Mainboard	MSI Pro B650-S WIFI	€ 145,-
Arbeitsspeicher	Corsair Vengeance 32 GiB, DDR5-6000, CL36	€ 95,-
SSD (M.2)	Teracle Gen4 T450 PCI-E-4.0 mit 2 TByte	€ 100,-
Netzteil	Be Quiet Pure Power 12 M mit 650 Watt, ATX 3.0	€ 100,-
Gehäuse	Corsair 4000D Airflow + 2× Artic P12 PWM	€ 90,-
Gesamtpreis		€ 1.230,-

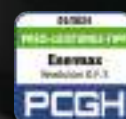
ENERMAX

REVOLUTION D.F.X
850 / 1050 / 1200 / 1650

- Intel ATX 3.0 & PCIe 5.0 Ready
- Patentierte DFR™
- ARGB Side Panel & Vollmodular
- Semi Fanless bis 30%



10 Jahre Herstellergarantie



zen 7 5700X3D. In Spielen würde der AM4-Kandidat im CPU-Limit mit 10 bis 15 Prozent mehr Fps davonziehen. Aber: Mit AM5 können Sie leicht aufrüsten. Durch das Einsparen von etwas GPU-Leistung, also beispielsweise dem Wechsel von der Geforce RTX 4070 Super zur „einfachen“ 4070, können Sie an anderen Stellen wie einem subjektiv ansprechenderen Gehäuse oder einer größeren SSD mehr aus dem Rechner für Ihren Alltag kitzeln.

Bessere „Allrounder“

Intels Raptor-Lake- und -Refresh-CPU's (Core Generation 13 und 14) bieten im Vergleich zu AMD's Angebot eine ausgewogenere Mischung zwischen Spiele- und Anwendungsleistung, auch wenn die Effizienz unattraktiver ausfällt. Wichtig zu wissen: Intel sieht beziehungsweise sah sich bei den Desktop-Prozessoren ab dem Core i5-13600K mit instabilen CPU's aufgrund erhöhter Spannungen konfrontiert. Für bisher nicht betroffene CPU's stehen Microcode-Patches und Mainboard-UEFI-Updates als Prävention parat, die auch unbedingt aufge-

spielt werden sollten. Für bereits instabile Prozessoren werden die Microcode-Patches keine Abhilfe schaffen können; in solchen Fällen ist eine RMA-Anfrage beim Händler die einzige dauerhafte Lösung. Intel hat als Reaktion die Garantie aller betroffenen Prozessoren auf fünf Jahre erweitert. Ein Neukauf bei gewerblichen Händlern bleibt nach wie vor eine valide Option, solange alle Updates aufgespielt werden.

Die CPU-Leistung des Intel Core i5-13600KF ist für die kommenden Jahre ausreichend und liegt nahe an der des etwa 40 Euro teureren i5-14600KF. Der Preisunterschied sollte stets im Auge behalten werden. Bei geringstem Abstand können Sie auch gleich zum minimal besseren Modell greifen. Die Spieleleistung des i5-13600KF entspricht der des Ryzen 7 5700X3D, der i5-14600KF ist nur geringfügig schneller. In Anwendungen bieten die Intel-Prozessoren jedoch etwa 30 Prozent mehr Leistung, wodurch diese etwa für Content-Creator attraktiver sein können, wenn Software wie



Egal, ob als XMP, DOCP oder EXPO bezeichnet: RAM-Kits kommen mit vom Hersteller voreingestellten Overclocking-Profilen, die im UEFI aktiviert werden müssen.

OBS Studio häufig genutzt wird oder Videos regelmäßig geschnitten werden.

DDR4 oder DDR5?

Intels Prozessoren des Sockel 1700 unterstützen sowohl DDR4- als auch DDR5-Arbeitsspeicher, je nach Mainboard. Die beidseitige Unterstützung bietet einen Spiel-

raum bei der Planung. DDR4-RAM und Platinen sind günstiger und beim Preis-Leistungs-Verhältnis attraktiver. Für Gaming-Szenarien ist der Leistungsvorteil von DDR5 gegenüber DDR4 relativ gering, sodass DDR4 die budgetfreundliche Wahl darstellt – gerade dann, wenn viel Speicher gebraucht wird (etwa 2x 32 GiB Kits).



Als Gebrauchtware (ohne Garantienachweise) eher zu meiden, aber dennoch stark zeigen sich Intels Core i5-1314600KF mit 6 Performance- und 8 Efficiency-Kerne.



(A)RGB-Beleuchtung zieht sich durch alle PC-Kategorien hindurch, inklusive PSUs. Nicht unbedingt jeder Manns-Sache, doch letztlich reine Geschmacksfrage.

Raptor Lake in Schwarz mit DDR4

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor (Intel)	Core i5-13600KF (6P- und 8E-Kerne, LGA1700)	€ 240,-
CPU-Kühler	Arctic Freezer 36 Black	€ 20,-
Grafikkarte (AMD)	Radeon RX 7800 XT mit 16 GiB	€ 470,-
Mainboard	MSI Pro B760-P WIFI DDR4	€ 135,-
Arbeitsspeicher	G.Skill Ripjaws V 32 GiB DDR4-4000, CL18	€ 70,-
SSD (M.2)	Lexar NQ790 PCI-E-4.0 mit 2 TByte	€ 110,-
Netzteil	Seasonic Focus GX mit 750 Watt, ATX 3.0	€ 110,-
Gehäuse	Endorfy Arx 700 Air	€ 110,-
Gesamtpreis		€ 1.265,-

Intel mit RGB-Fokus und DDR5

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor (Intel)	Core i5-14600KF (6P- und 8E-Kerne, LGA1700)	€ 280,-
CPU-Kühler	Arctic Freezer 36 ARGB	€ 25,-
Grafikkarte (AMD)	Radeon RX 7900 GRE mit 16 GiB	€ 550,-
Mainboard	Asrock Z790 PG Lightning	€ 150,-
Arbeitsspeicher	G.Skill Ripjaws M5 Neo 32 GiB DDR5-6000, CL36	€ 105,-
SSD (M.2)	WD Blue SN580 PCI-E-4.0 mit 1 TByte	€ 60,-
Netzteil	Enermax Revolution D.F. X mit 850 Watt, ATX 3.0	€ 120,-
Gehäuse	Enermax Marbleshell MS31	€ 65,-
Gesamtpreis		€ 1.355,-



JETZT ERHÄLTlich

Refine

Experience gaming comfort

SNOGARD®
PC, TV & ELECTRONICS

snogard.de

Snogard Frechen
Europaallee 63 | 50226 Frechen

Snogard Köln
Hohenstaufenring 16-18 | 50674 Köln

**SCHWANTHALER
COMPUTER**

schwanthaler-computer.de

München
Augustenstr. 51 | 80333

**K&M
COMPUTER**
get better

kmcomputer.de

Berlin-Mitte
Alexanderstraße 3 | 10178 Berlin-Mitte

Bremen
Faulenstraße 38 | 28195 Bremen

Dortmund
Kampstraße 80 | 44137 Dortmund

Duisburg
Max-Peters-Straße 19-21 | 47059 Duisburg

Hamburg
Steilshooper Str. 281 | 22309 Hamburg

Hamburg Eimsbüttel
Fruchtallee 83 | 20259 Hamburg

Kaiserslautern
Merkurstraße 49 | 67663 Kaiserslautern

Mannheim
L13, 3-4 | 68161 Mannheim

Wiesbaden
Alte Schmelze 21 | 65201 Wiesbaden

**BORA
COMPUTER**

bora-computer.de

Düren
Arnoldsweilerstraße 9-II
52351 Düren

Leverkusen
Dönhof Str. 39
51373 Leverkusen

Mönchengladbach
Friedrich Eberl Straße 53/55
41236 Mönchengladbach



Der Ryzen 7 7700 ist als Achtkerner ohne X3D-V-Cache ähnlich wie die bisherigen Ryzen-9000-CPU's: sehr gute Performance in Anwendungen – gute in Spielen.

Wie wichtig ist der Rest?

Grafikkarten und Prozessoren stehen zu Recht im Fokus der meisten PC-Spieler, schließlich machen diese wortwörtlichen Kernkomponenten den größten Fps-Unterschied aus. Dennoch stellt sich die für die Praxis wichtige Frage, inwieweit der restlichen Hardware ein größeres Budget eingeräumt werden kann.

Beispiel: Speicherplatz für Anwendungen und Titel. Je mehr zur Verfügung steht, desto mehr „Luft zum Atmen“ gibt es auch beim Arbeiten mit größeren Ordnern und dem Installieren mehrerer Spiele. Während Indie-Titel oftmals ohne Probleme mit 100 MiB bis 20 GiB vorliebnehmen, schlagen Giganten wie Baldur's Gate 3 oder Star Wars



Ryzen 7 7800X3D und Ryzen 9 7900X3D: preislich derweil gleich auf. Der 7900X3D ist in Anwendungen rund 24 Prozent schneller, in Spielen ca. 3 Prozent langsamer.



Gehäuse der Oberklasse: Be Quiet Shadow Base 800 FX, Fractal North TG (Non-XL), Lian Li Lancool III ARGB. Letzteres kann bisher den ersten Testplatz halten.

Jedi: Survivor mit ca. 150 bis 160 GiB zu Buche. Auch abseits der 200er-Marke ist noch lange nicht Schluss. Call of Duty kommt in der „Vollausstattung“ auf 240 GiB. Unersättliche Löcher wie Microsofts Flugsimulator oder Ark: Survival Evolved/Ascended schlucken dagegen gern auch 350 bis völlig absurde 500 GiB. Zum Knackpunkt wird auch der erforderliche freie Speicherplatz, um die Spiele überhaupt richtig entpacken zu können. Das Investieren in 2 TByte (ca. 1,82 TiB in Windows) oder gar gleich 4 TByte (ca. 3,64 TiB) erspart gleich viele Ärgernisse. Flotte Speicher wie von Lexar mit den NQ790/NM790-M.2-SSDs kosten auch nicht unverhältnismäßig viel auf den GiB berechnet. Dass das absolute High End mit PCI-E-5.0 noch viel teurer ausfällt, liegt auf der Hand. Für Gamer sind Papier-Geschwindigkeiten von SSDs mit 12.000–14.000 MB/s jedoch kein echter Mehrertrag.

Ähnlich, wenn auch nicht im gleichen Maße, sieht es bei Gehäusen aus. Besonders ausgefallene Designs

kosten oft (viel) mehr und liefern selten tatsächlichen Mehrwert im Vergleich zur günstigeren Konkurrenz – abgesehen von der subjektiven Ästhetik und, nicht immer, der Haptik. Rein nüchtern betrachtet würde ein offenes System auf schnödem Karton in Bezug auf Temperaturen fast alle Gehäuse übertreffen, wenn man die Grundfunktionen wie den Schutz der Komponenten außer Acht lässt. Das Gehäuse ist in erster Linie dazu gedacht, die im Inneren verbauten Hardware-Komponenten im Alltag sicher zusammenzuhalten und zu schützen. Je ausgeklügelter das Gehäuse, umso tendenziell leichter kann der Zusammenbau (Beispiel: Anschluss der CPU-EPS-Stecker) und der Zugriff auf bestimmte Geräte/Ports fallen. Nutzer, die öfter Bluray-/DVD-Laufwerke einspielen, aber nicht auf externe Lösungen setzen möchten, können bei Gehäusen wie der Fractal-Pop-Serie zuschlagen. Objektiv bietet die ältere Define-7-Reihe mehr Modularität und Einbaufreundlichkeit als die North-Serie. Aber wie so oft: Optik entscheidet.

Oberklasse mit AM5-Achtkerner

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor (AMD)	Ryzen 7 7700 Tray (8 Kerne, AM5)	€ 215,-
CPU-Kühler	Arctic Liquid Freezer III 240	€ 60,-
Grafikkarte (Nvidia)	Geforce RTX 4070 Super mit 12 GiB	€ 570,-
Mainboard	MSI Pro B650-S WIFI	€ 145,-
Arbeitsspeicher	Corsair Vengeance 32 GiB, DDR5-6000, CL36	€ 95,-
SSD (M.2)	Lexar NQ790 PCI-E-4.0 mit 2 TByte	€ 110,-
Netzteil	Thermaltake Toughpower GF3 mit 850 W, ATX 3.0	€ 110,-
Gehäuse	Fractal North XL (TG)	€ 145,-
Gesamtpreis		€ 1.450,-

AM5-X3D mit sehr starker GPU

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor (AMD)	Ryzen 9 7900X3D (6 3D. + 6 übliche Kerne, AM5)	€ 400,-
CPU-Kühler	Arctic Freezer 36	€ 20,-
Grafikkarte (Nvidia)	Geforce RTX 4070 Ti Super mit 16 GiB	€ 800,-
Mainboard	MSI MAG B650 Tomahawk WIFI	€ 190,-
Arbeitsspeicher	Kingston Fury Beast 32 GiB, DDR5-6000, CL30	€ 115,-
SSD (M.2)	Lexar NQ790 PCI-E-4.0 mit 2 TByte	€ 110,-
Netzteil	Corsair RMx Shift mit 750 Watt, ATX 3.1	€ 115,-
Gehäuse	Fractal Define 7 White TG Clear	€ 150,-
Gesamtpreis		€ 1.900,-



reddot winner 2024



PlatiGemini

The One to rule All

Weltweit erstes Hybrid-Netzteil mit
Intel ATX 3.1 & ATX12VO Unterstützung



Learn More Info.

ENERMAX PlatiGemini inkl.

Thermalgrizzly WireView GPU

Kaufe ein neues ENERMAX PlatiGemini
und löse den beiliegenden Coupon Code
für einen gratis WireView GPU ein.



FREE



Mit seinen 8 stärkeren Performance- und 12 Effizienz-Kernen zeigt sich Intels i7-14700K sowohl in Spielen als auch Anwendungen bärenstark.



Nvidia gehört unangefochtene die Grafikkartenkrone – schneller als die Geforce RTX 4090 wird es bis zum Launch der RTX-5000-Generation 2025 definitiv nicht mehr.



Bei Netzteilen lohnt es sich nicht zu sparen. Corsair überzeugt mit Qualität in unseren Tests. Mit ATX 3.0/3.1 sind auch kommende GPU-Generationen kein Problem.

Wenn Geld eine sekundäre Rolle spielt ...

... geht es schnell in allen Bereichen zur Spitze. Aber gerade im High End bedeutet ein höheres Preisschild mitnichten gleich ein besseres oder sinnvollerer Produkt. Premium-Preise suggerieren Premium-Leistung. Gerade im Kühlungsbereich können kleinere Gimmicks/Unterschiede den Preis explodieren lassen. ARGB-Lüfter, mit besonders vielen Lichtzonen, aber stark verkleinertem Rotordurchmesser, mögen vielleicht hübsch anzusehen sein, können aber weniger leisten als vergleichsweise „billige“ Non-RGB-Lüfter der Konkurrenz oder gar desselben Herstellers. Was Ihnen wichtiger ist, können nur Sie entscheiden. Artikel wie der Lüfter-Vergleichstest dieser Ausgabe geben Auskunft darüber, welche Kandidaten in welchen Kategorien stärker punkten.

Top-Leistung

Für einen Gaming-PC des High Ends sind Gehäuse wie das Lian Li Lancool III die perfekte Wahl – ausgeprägte Modularität, sehr gute Verarbeitung und durchdachte Details überzeugen. Trotz des Intel-Dramas rund um Raptor Lake bleiben „Allround“-Talente wie der Core i7-14700KF eine sinnvolle Option. Im Vergleich zum beliebten Ryzen 7 7800X3D ist die Spiele-Leistung zwar wenige Prozentpunkte schlechter (im selteneren CPU-Limit), in Anwendungen dafür aber knapp 20–40 Prozent besser. Der Ryzen 9 7900X3D kann die Differenz verringern, schneidet aber dennoch etwas schlechter ab. Vor dem Kauf kann ein Performance-Bild zum eigenen Spielefavoriten bei der Entscheidung helfen. Anno 1800 zeigt sich in unseren Tests beispielsweise stets besser auf Intel optimiert. Dort schlägt der i7-14700K selbst

AMDs stärkste CPU, den Ryzen 9 7950X3D. Am auffälligsten bei den P1-Fps, die bei Intel 20 Prozent höher ausfallen. In Ghost of Tsushima kann AMD sich dagegen mit ca. 5 bis 10 Prozent vor Intel setzen.

Bei den Grafikkarten fällt die Wahl eindeutiger aus: Nvidia schafft es allein durch die Geforce RTX 4090 sich ohne Frage mit insgesamt ca. 25 Prozent gegenüber AMD mit der Radeon RX 7900 XTX im Rasterizing abzusetzen. Im UHD-Vergleich sind es gar über 30 Prozent. Noch stärker wird der Kräfteunterschied im Raytracing mit insgesamt ca. 70 Prozent. In UHD werden daraus wiederum 90 Prozent Mehrleistung. Kaum wundernswert: Die Radeon kostet auch stolze 800 Euro weniger. Knapper wird die Geschichte dagegen mit der Geforce RTX 4080 Super. Im Rasterizing schafft es die RX 7900 XTX die RTX 4080 Super um wenige Prozentpunkte zu schlagen, im Raytracing lässt Nvidia mit 32 Prozent jedoch wieder die Beleuchtungsmuskeln spielen. Netter Bonus bei Nvidia: Der Effizienzgewinn durch Undervolting-Tuning fällt viel größer aus – ein Segen für den Sommer. Je weniger Strom verbraucht wird, desto weniger Abwärme fällt im Rechner (und Zimmer) auch an.

Lohnt es sich zu warten?

Neue Hardware wird von AMD (9000X3D und RX 8000), Intel (Arrow Lake) und Nvidia (RTX 5000) in den nächsten Monaten erwartet. Spätestens zur CES, Januar 2025, wird das Bild klarer. Bei bestehendem PC kann sich ein Abwarten insoweit lohnen, sofern Sie noch zufrieden (genug) sind, um dann später aufzurüsten – etwa, wenn Sie mit einer Geforce RTX 4090 liebäugeln, aber lieber auf eine RTX 5090 bis 2025 warten möchten. (re)

Ohne Kompromiss? Kein Problem

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor (Intel)	Core i7-14700KF (8P- und 12E-Kerne, LGA1700)	€ 370,-
CPU-Kühler	Arctic Liquid Freezer III 360	€ 70,-
Grafikkarte (Nvidia)	Geforce RTX 4080 Super mit 16 GiB	€ 970,-
Mainboard	Gigabyte Z790 Gaming X AX	€ 200,-
Arbeitsspeicher	G.Skill Ripjaws S5 48 GiB, DDR5-6400, CL32	€ 180,-
SSD (M.2)	Lexar NQ790 PCI-E-4.0 mit 2 TByte	€ 110,-
Netzteil	FSP Hydro Ti Pro mit 850 Watt, ATX 3.0	€ 210,-
Gehäuse	Lian Li Lancool III	€ 155,-
Gesamtpreis		€ 2.265,-

Die absolute Spitzenklasse

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor (AMD)	Ryzen 9 7950X3D (8 3D. + 8 übliche Kerne, AM5)	€ 550,-
CPU-Kühler	Cooler Master Masterliquid Atmos 360	€ 160,-
Grafikkarte (Nvidia)	Geforce RTX 4090 mit 24 GiB	€ 1.740,-
Mainboard	Asrock X670E PG Lightning	€ 240,-
Arbeitsspeicher	Adata XPG Lancer Bl. 48 GiB, DDR5-6000, CL30	€ 160,-
SSD (M.2)	Lexar NM790 PCI-E-4.0 mit 4 TByte	€ 220,-
Netzteil	Corsair HXi (2023) mit 1.000 Watt, ATX 3.0	€ 240,-
Gehäuse	Be Quiet Shadow Base 800 FX	€ 180,-
Gesamtpreis		€ 3.490,-

WILLKOMMEN BEI DEN ROUGHNECKS!

STARSHIP TROOPERS

EXTERMINATION

**„JEDER HAT ZU
KÄMPFEN!
NIEMAND DRÜCKT SICH!“**



JETZT IM HANDEL



Starship Troopers™ & ©2024 TriStar Pictures, Inc. All Rights Reserved. Published by Knights Peak Interactive - A division of MY.GAMES B.V. and Off world Industries Ltd. Game software excluding TriStar Pictures, Inc. elements: ©2024 Off world Industries Ltd. All Rights Reserved. Offworld Industries® and the Offworld logo are both registered Canadian trademarks. This trailer is protected by Canadian, U.S. and International copyright laws. *P* and *PS* are registered trademarks or trademarks of Sony Interactive Entertainment Inc. All rights reserved. Microsoft, the Xbox Sphere mark, the Series X logo, Series S logo, Series X|S logo, Xbox One, Xbox Series X, Xbox Series S, and Xbox Series X|S are trademarks of the Microsoft group of companies. Änderungen vorbehalten. www.knightspk.com

Grafikkarten

Grafikkarten, Kühler und Treiber

www.pcgameshardware.de/grafikkarte

Die Playstation 5 Pro kommt: Ausblick auf RDNA 4

Die Katze ist aus dem Sack: Am 7. November erscheint Sonys PS5 Pro. Enthalten ist erneut AMD-Hardware – inklusive RDNA-4-Technologie.

Sony hat am 10. September die Playstation 5 Pro offiziell vorgestellt. Die „Technical Presentation“ des Playstation-Chefentwicklers Mark Cerny enthielt für unseren Geschmack erstaunlich wenige Technik-Informationen, gab aber in Kombination mit Cernys weiteren Aussagen einen interessanten Ausblick. Zu den Eckdaten: Sony verspricht eine um bis zu 45 Prozent höhere Rendering-Performance als bei der PS5. Hierfür soll primär die von 2.304 auf 3.840 Shader-Einheiten aufgeborene GPU

Produkt	Playstation 5 Pro*	Radeon RX 7800 XT	Playstation 5	Radeon RX 6700
Architektur	RDNA 3 + 4 (Hybrid)	RDNA 3	RDNA 2	RDNA 2
TSMC-Fertigungstechnologie	N4	N5 (GCD) + N6 (MCD)	N7 + N6	N7P
GPU Boost (MHz)	2.350	2.124	2.230	2.330
Speichertakt (MHz)	9.000	9.750	7.000	8.000
Compute Units (CUs)	60	60	36	36
Shader-ALUs (FP32)	3.840	3.840	2.304	2.304
GFLOPS SP (FP32)	36.096	32.625	10.276	10.737
Raytracing Cores	60 (RDNA 4)	60 (RDNA 3)	36 (RDNA 2)	36 (RDNA 2)
Matrix Units	120	120	-	-
Speichergeschwindigkeit (GT/s)	18,0	19,5	14,0	16,0
Speichertransferrate (GByte/s)	576,0	624,0	448,0	320,0
Speicherbestückung (MiByte)	16.384 (alles)	16.384 (VRAM)	16.384 (alles)	10.240 (VRAM)
KI-Upsampling	Ja (PSSR)	Nein	Nein	Nein

*Angaben nicht vollständig bestätigt, sondern teilweise hergeleitet/berechnet!

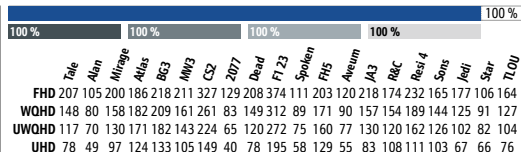
Grafikkarten-Leistungsindex: Rasterizing

Platz 1 – 8

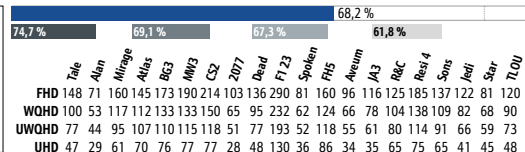
■ Gesamt ■ FHD: 1.920 × 1.080 ■ WQHD: 2.560 × 1.440 ■ UWQHD: 3.440 × 1.440 ■ UHD: 3.840 × 2.160

BESSER ► Normierte Leistung Preis-Leistungs-Index (PLV): Mehr ist besser

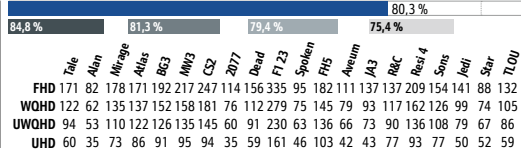
Geforce RTX 4090
Takt: ~2,74 GHz, 21 GT/s
RAM: 24 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 1.790 €
PLV: 46,0 %



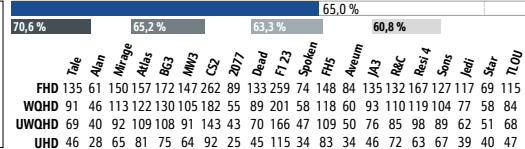
Radeon RX 7900 XT
Takt: ~2,56 GHz, 20 GT/s
RAM: 20 GiB GDDR6
Preis: Ca. 700 €
PLV: 80,3 %



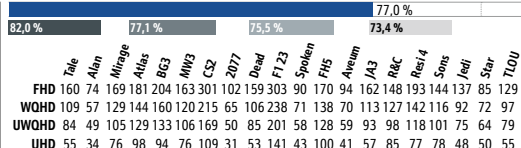
Radeon RX 7900 XTX
Takt: ~2,62 GHz, 20 GT/s
RAM: 24 GiB GDDR6
Preis: Ca. 950 €
PLV: 69,6 %



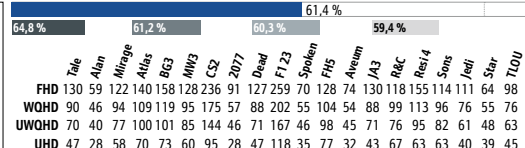
Geforce RTX 4070 Ti Super
Takt: ~2,67 GHz, 21 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 790 €
PLV: 67,8 %



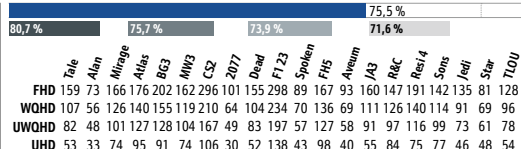
Geforce RTX 4080 Super
Takt: ~2,73 GHz, 23 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 1.000 €
PLV: 63,4 %



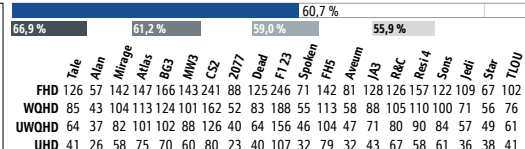
Geforce RTX 3090 Ti
Takt: ~1,98 GHz, 21 GT/s
RAM: 24 GiB GDDR6X
Preis: Nicht lieferbar
PLV: -



Geforce RTX 4080
Takt: ~2,77 GHz, 22,4 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 1.040 €
PLV: 59,8 %



Geforce RTX 4070 Ti
Takt: ~2,74 GHz, 21 GT/s
RAM: 12 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 750 €
PLV: 66,7 %



System: Intel Core i9-13900KS (8 P-Cores + SMT, keine E-Cores) @ 5,7 GHz (Cache @ 5,1 GHz), MSI Z790 Carbon Wifi, 32 GiB Patriot DDR5-7600 (32-44-44-28-2T inklusive Tertiär-Timing-Tuning); alle Benchmarks mit Temporal-AA ohne Upsampling, anisotroper Filter auf Standardqualität; Vsync aus.

Grafikkarten-Leistungsindex: Rasterizing

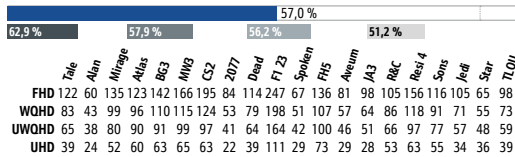
Platz 9 – 28

■ Gesamt ■ FHD: 1.920 × 1.080 ■ WQHD: 2.560 × 1.440 ■ UWQHD: 3.440 × 1.440 ■ UHD: 3.840 × 2.160

BESSER ► Normierte Leistung Preis-Leistungs-Index (PLV): Mehr ist besser

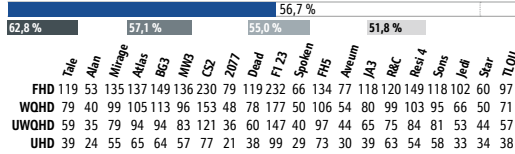
Radeon RX 7900 GRE

Takt: ~2,23 GHz, 18 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 560 €
PLV: 83,9 %



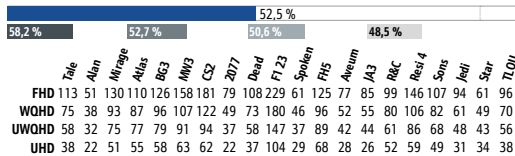
Geforce RTX 4070 Super

Takt: ~2,72 GHz, 21 GT/s
RAM: 12 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 570 €
PLV: 81,9 %



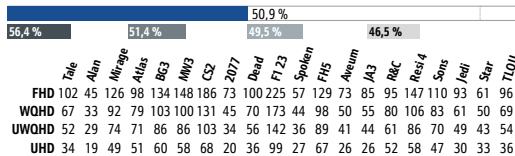
Radeon RX 7800 XT

Takt: ~2,36 GHz, 19,5 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 490 €
PLV: 88,2 %



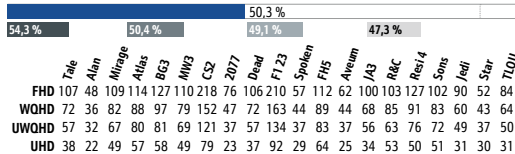
Radeon RX 6800 XT

Takt: ~2,32 GHz, 16 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 540 €
PLV: 77,7 %



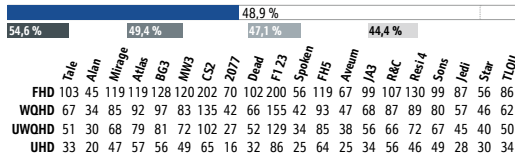
Geforce RTX 3080 10GB

Takt: ~1,88 GHz, 19 GT/s
RAM: 10 GiB GDDR6X
Preis: Nicht lieferbar
PLV: -



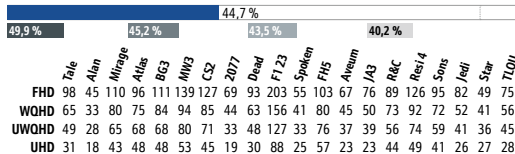
Geforce RTX 4070

Takt: ~2,76 GHz, 21 GT/s
RAM: 12 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 540 €
PLV: 74,6 %



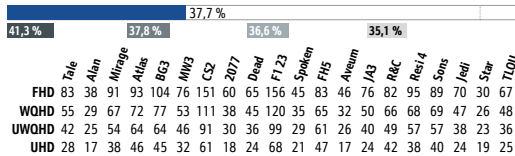
Radeon RX 7700 XT

Takt: ~2,54 GHz, 18 GT/s
RAM: 12 GiB GDDR6
Preis: Ca. 400 €
PLV: 92,1 %



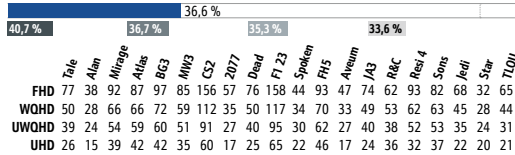
Geforce RTX 2080 Ti

Takt: ~1,80 GHz, 14 GT/s
RAM: 11 GiB GDDR6
Preis: Nicht lieferbar
PLV: -



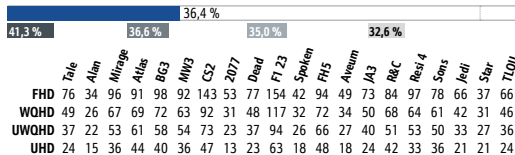
Geforce RTX 3070

Takt: ~1,85 GHz, 14 GT/s
RAM: 8 GiB GDDR6
Preis: Nicht lieferbar
PLV: -



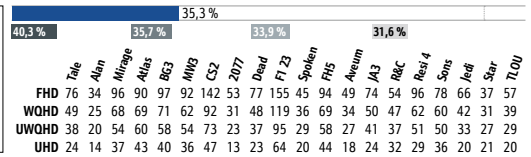
Geforce RTX 4060 Ti 16GB

Takt: ~2,72 GHz, 18 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 440 €
PLV: 68,1 %



Geforce RTX 4060 Ti 8GB

Takt: ~2,73 GHz, 18 GT/s
RAM: 8 GiB GDDR6
Preis: Ca. 350 €
PLV: 83,2 %



sowie der um 28 Prozent beschleunigte Systemspeicher verantwortlich sein. Die Verbesserungen beim Raytracing sind besonders spannend, denn hier soll die Playstation 5 Pro um den Faktor 2 bis 3 schneller arbeiten als die Playstation 5. Hinzu gesellt sich ein KI-basiertes Upsampling à la DLSS und XeSS namens „Playstation Spectral Super Resolution“ (PSSR). Während Letzteres wohl nie den Weg auf den PC finden wird, sind die Raytracing-Verbesserungen klare Wegweiser, was uns mit der Radeon-RX-8000-Reihe (RDNA 4) erwartet.

Laut Cerny nutze die PS5 Pro hierfür Hardware, die es noch nicht in PC-Grafikkarten gebe – möglicherweise die neuen Raytracing-Cores von RDNA 4. Spätestens an dieser Stelle ist eine Einordnung nötig, wengleich wir uns tief im Land der Spekulationen befinden. Die GPU der PS5 Pro scheint ein Hybrid aus RDNA 3 und RDNA 4 zu sein, welcher am ehesten mit einer Radeon RX 7800 XT vergleichbar ist. Bei 3.840 FP32-ALUs ergibt sich pro Takt eine um 67 Prozent höhere Rechenleistung gegenüber der PS5. Mit (praktisch nicht erreichbarer)

perfekter Skalierung der RDNA-3-Funktion „Dual Issue“ sogar plus 234 Prozent. Das von Sony versprochene Leistungsplus von 45 Prozent passt hinten und vorne nicht dazu – auf den ersten Blick, denn eine GPU ist mehr als ihre Rechenleistung. Wir vermuten, dass der von CPU und GPU gemeinsam genutzte Speicher (Shared Memory) einen großen Bremsklotz darstellt. Dass die PS5 Pro keinen „Infinity“-L3-Cache besitzt, hemmt die Entfaltung der GPU weiter. Hinzu kommt ein vermutlich straffes Watt-Korsett, sodass die neue GPU zwar

effizient, aber mit verhältnismäßig zähem Takt arbeitet. Dennoch stehen plus 100 bis 200 Prozent Raytracing-Leistung im Raum – das ist unter den genannten Umständen nur mit deutlich verbesserten Einheiten möglich. Wir spekulieren auf dedizierte Rechenwerke für die Traversal- und Intersection-Tests, welche Nvidia- und Intel-GPUs längst bieten. Ob die Playstation 5 Pro ein eigenes Süppchen kocht, oder hier 1:1 die Raytracing-Cores der nächsten Radeon-Generation zum Einsatz kommen, werden wir schon bald erfahren. (rv)

Grafikkarten-Leistungsindex: Raytracing

Platz 1 – 14

■ Gesamt ■ FHD: 1.920 × 1.080 ■ WQHD: 2.560 × 1.440 ■ UWQHD: 3.440 × 1.440 ■ UHD: 3.840 × 2.160

BESSER ► | Normierte Leistung Preis-Leistungs-Index (PLV): Mehr ist besser

Geforce RTX 4090
Takt: ~2,74 GHz, 21 GT/s
RAM: 24 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 1.790 €
PLV: 51,6 %

	Alan	2077	Ordre	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	107	127	164	111	246	129	104	207	146	122
WQHD	86	108	135	101	209	119	102	152	130	99
UWQHD	74	90	117	83	172	111	95	125	107	85
UHD	53	63	88	64	121	98	79	85	98	65

Geforce RTX 4070 Super
Takt: ~2,71 GHz, 21 GT/s
RAM: 12 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 570 €
PLV: 94,9 %

	Alan	2077	Ordre	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	56	96	115	78	162	76	92	113	106	80
WQHD	43	64	86	59	115	68	73	79	87	60
UWQHD	37	51	72	47	90	63	59	64	59	50
UHD	25	33	50	34	59	53	44	42	45	35

Geforce RTX 4080 Super
Takt: ~2,73 GHz, 23 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 1.000 €
PLV: 72,3 %

	Alan	2077	Ordre	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	76	117	138	104	212	97	104	156	128	99
WQHD	59	85	109	80	158	89	93	111	109	79
UWQHD	51	70	93	65	127	83	79	90	88	66
UHD	36	47	67	49	85	72	60	61	77	49

Radeon RX 7900 XT
Takt: ~2,53 GHz, 20 GT/s
RAM: 20 GiB GDDR6
Preis: Ca. 700 €
PLV: 68,0 %

	Alan	2077	Ordre	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	52	65	91	75	145	75	75	115	93	80
WQHD	40	46	65	55	101	66	55	76	78	62
UWQHD	34	37	52	44	78	60	46	61	62	51
UHD	23	24	35	31	52	51	29	37	50	34

Geforce RTX 4080
Takt: ~2,77 GHz, 22,4 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 1.040 €
PLV: 68,5 %

	Alan	2077	Ordre	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	75	115	138	104	210	96	103	154	127	98
WQHD	58	84	108	79	155	88	91	109	108	77
UWQHD	50	69	92	64	125	81	78	88	86	65
UHD	35	46	65	48	84	70	59	59	76	48

Geforce RTX 4070
Takt: ~2,76 GHz, 21 GT/s
RAM: 12 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 540 €
PLV: 85,2 %

	Alan	2077	Ordre	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	44	83	97	67	142	67	83	97	94	66
WQHD	34	56	70	50	99	60	65	68	77	47
UWQHD	30	44	58	40	77	55	52	54	52	39
UHD	20	28	39	29	51	48	38	34	41	28

Geforce RTX 4070 Ti Super
Takt: ~2,66 GHz, 21 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 790 €
PLV: 78,1 %

	Alan	2077	Ordre	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	64	104	123	88	182	84	100	130	115	87
WQHD	49	73	94	67	131	76	82	91	97	67
UWQHD	42	59	79	54	103	70	68	74	76	56
UHD	30	38	56	40	69	61	50	50	66	41

Geforce RTX 3080 10GB
Takt: ~1,89 GHz, 19 GT/s
RAM: 10 GiB GDDR6X
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –

	Alan	2077	Ordre	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	47	78	94	69	142	66	83	96	89	66
WQHD	36	53	71	52	101	59	64	67	74	50
UWQHD	18	43	60	42	80	33	53	54	47	42
UHD	11	29	43	31	54	27	40	37	32	31

Geforce RTX 3090 Ti
Takt: ~1,99 GHz, 21 GT/s
RAM: 24 GiB GDDR6X
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –

	Alan	2077	Ordre	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	54	92	110	87	175	77	94	120	100	80
WQHD	43	76	85	67	130	71	78	85	87	62
UWQHD	38	54	72	55	102	66	66	69	69	53
UHD	28	36	53	40	69	58	50	47	62	40

Radeon RX 7900 GRE
Takt: ~2,19 GHz, 18 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 560 €
PLV: 70,0 %

	Alan	2077	Ordre	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	45	54	72	63	123	62	59	95	79	65
WQHD	34	39	51	46	84	54	44	64	65	50
UWQHD	29	32	42	36	67	50	36	51	51	42
UHD	19	20	27	25	42	42	25	31	40	27

Geforce RTX 4070 Ti
Takt: ~2,73 GHz, 21 GT/s
RAM: 12 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 750 €
PLV: 76,9 %

	Alan	2077	Ordre	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	61	101	120	85	176	80	94	123	109	83
WQHD	47	68	91	64	124	72	77	86	91	64
UWQHD	40	55	76	52	98	66	63	69	61	53
UHD	28	35	52	38	65	57	47	46	46	38

Radeon RX 7800 XT
Takt: ~2,30 GHz, 19,5 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 490 €
PLV: 74,0 %

	Alan	2077	Ordre	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	41	50	68	59	110	55	57	86	80	56
WQHD	31	35	48	43	75	49	42	57	64	43
UWQHD	25	28	39	34	57	45	34	45	51	36
UHD	18	19	26	24	38	39	24	29	40	26

Radeon RX 7900 XTX
Takt: ~2,58 GHz, 20 GT/s
RAM: 24 GiB GDDR6
Preis: Ca. 950 €
PLV: 57,6 %

	Alan	2077	Ordre	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	56	72	102	85	163	86	84	133	102	91
WQHD	43	52	74	64	116	75	63	91	87	72
UWQHD	37	43	61	51	91	69	54	71	70	61
UHD	26	29	41	37	61	60	34	45	58	42

Geforce RTX 4060 Ti 16GB
Takt: ~2,71 GHz, 18 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 440 €
PLV: 80,8 %

	Alan	2077	Ordre	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	33	66	78	52	109	50	66	73	75	51
WQHD	25	42	57	38	74	45	48	50	60	38
UWQHD	22	33	46	30	58	41	41	40	47	30
UHD	15	21	31	22	38	35	30	25	38	23

System: Intel Core i9-13900KS (8 P-Cores + SMT, keine E-Cores) @ 5,7 GHz (Cache @ 5,1 GHz), MSI Z790 Carbon Wifi, 32 GiB Patriot DDR5-7600 (32-44-44-28-2T inklusive Tertiär-Timing-Tuning); 8 von 10 Benchmarks mit Quality-Upsampling (TAA nur bei Forza Motorsport und Metro Exodus Enhanced Edition), anisotroper Filter auf Standardqualität; Vsync aus.

Spieleamen: Alan Wake 2, 2077: Cyberpunk 2077, Ordre: Desordre, Dying: Dying Light 2, F1 23: F1 23 (Überschallung), Forza: Forza Motorsport, Hog: Hogwarts Legacy, Metro: Metro Exodus Enhanced Edition, R&C: Ratchet & Clank Rift Apart, Witch: The Witcher 3 „Next-Gen“. Angabe auf die nächste Ganzzahl gerundeter Fps.

Kommentar

Die Rückkehr der Spiele-Bündel ist erfreulich – anscheinend hilft's aber nicht. Warum?

Erinnern Sie sich an die „Never settle“-Bundles von AMD? Das ist rund zehn Jahre her; damals bekam man beim Kauf einer aktuellen Radeon-Grafikkarte gefühlt die ganze Steam-Bibliothek gratis dazu. Das Konzept ist nicht neu, schon seit den 90er-Jahren liegen Grafikkarten Spiele bei – damals noch mehrheitlich auf diesen lustigen Silberscheiben, für die niemand mehr ein geeignetes Laufwerk, aber dafür Wurfhändchen hat. Doch zurück zum Thema: 2024 haben die Grafik-

kartenhersteller ihre Budgets für Spiele-Beigaben wiederentdeckt, was für Aufrüstwillige eine tolle Sache ist. Den Vogel schießt erneut AMD ab, denn hier kriegt man besonders viele Spiele, während es bei Nvidia zuerst Black Myth Wukong und dann Star Wars Outlaws dazugab. Ubisoft kooperiert sogar mit zwei Hardware-Herstellern, Star Wars Outlaws (sowie Assassin's Creed Shadows) gab es eine zeitlang auch beim Kauf von Intel-Hardware gratis dazu. Am prallsten ist Sapphires Spendiersäckel: Wer sich für die Radeon RX 7700 XT Pure in der Frostpunk-2-Edition entscheidet, erhält nicht nur die Deluxe-Edition besagten Spiels dazu, sondern auch die beiden anderen Titel, welche bis zum 2. November alle Radeon-Käufer erhalten: W40K Space

Marine 2 und Unknown 9 Awakening. Schöngerechnet ergibt das einen Spiele-Wert von 180 Euro, den man vom Kaufpreis abziehen kann. Trotzdem beklagt der Handel schlechte Verkaufszahlen. Warum eigentlich, zockt denn niemand mehr? Ihre Meinung, bitte!



PCGH

Raffael Vötter
Fachbereich Schönrechnen
E-Mail: post@pcgh.de

Grafikkarten-Leistungsindex: Raytracing

■ Gesamt ■ FHD: 1.920 × 1.080 ■ WQHD: 2.560 × 1.440 ■ UWQHD: 3.440 × 1.440 ■ UHD: 3.840 × 2.160

BESSER ► **Normierte Leistung**

Preis-Leistungs-Index (PLV): Mehr ist besser

Radeon RX 6800 XT

Takt: ~2,30 GHz, 16 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 540 €
PLV: 62,3 %

	Alan	2077	Order	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	30	48	60	56	98	57	60	76	75	51
WQHD	23	33	44	40	65	50	44	49	62	39
UWQHD	19	26	37	32	51	45	36	39	49	33
UHD	13	17	25	22	33	39	25	25	39	24

Radeon RX 6700 XT

Takt: ~2,51 GHz, 16 GT/s
RAM: 12 GiB GDDR6
Preis: Ca. 470 €
PLV: 46,8 %

	Alan	2077	Order	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	24	34	50	35	65	39	40	48	50	33
WQHD	17	22	35	25	42	34	28	32	41	25
UWQHD	11	18	28	20	32	31	23	25	28	22
UHD	7	11	19	14	21	26	16	16	16	15

Geforce RTX 2080 Ti

Takt: ~1,83 GHz, 14 GT/s
RAM: 11 GiB GDDR6
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –

	Alan	2077	Order	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	34	52	69	48	98	52	67	73	69	48
WQHD	27	34	51	35	69	46	51	50	55	36
UWQHD	23	28	42	28	56	42	41	39	33	30
UHD	7	18	29	20	37	35	30	26	22	23

Radeon RX 7600 XT

Takt: ~2,78 GHz, 18 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 340 €
PLV: 61,9 %

	Alan	2077	Order	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	22	32	40	34	65	37	37	51	48	35
WQHD	16	21	27	23	42	32	26	33	27	26
UWQHD	14	16	22	18	33	29	21	26	29	22
UHD	9	10	13	12	25	23	13	15	21	14

Geforce RTX 4060 Ti 8GB

Takt: ~2,75 GHz, 18 GT/s
RAM: 8 GiB GDDR6
Preis: Ca. 350 €
PLV: 88,9 %

	Alan	2077	Order	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	33	62	78	52	109	45	65	73	48	50
WQHD	24	35	57	38	74	36	47	50	42	37
UWQHD	11	25	46	30	58	21	40	40	25	30
UHD	8	16	31	22	36	16	29	25	19	17

Arc A750

Takt: ~2,38 GHz, 16 GT/s
RAM: 8 GiB GDDR6
Preis: Ca. 210 €
PLV: 98,9 %

	Alan	2077	Order	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	20	33	41	42	67	32	36	64	38	42
WQHD	13	22	31	27	50	29	24	41	29	30
UWQHD	10	17	26	20	39	21	19	31	20	23
UHD	5	10	15	13	26	18	13	18	14	12

Geforce RTX 3070

Takt: ~1,88 GHz, 14 GT/s
RAM: 8 GiB GDDR6
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –

	Alan	2077	Order	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	38	56	80	48	103	33	64	70	55	50
WQHD	19	33	57	36	73	28	46	48	48	38
UWQHD	16	22	46	29	57	24	39	38	32	32
UHD	10	13	30	21	37	21	25	25	25	20

Arc A580

Takt: ~2,33 GHz, 16 GT/s
RAM: 8 GiB GDDR6
Preis: Ca. 190 €
PLV: 100,0 %

	Alan	2077	Order	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	16	31	39	37	64	29	34	57	36	36
WQHD	12	20	28	24	45	26	22	36	28	27
UWQHD	9	15	24	19	35	20	18	27	18	22
UHD	5	9	14	12	23	17	12	16	12	11

Radeon RX 7700 XT

Takt: ~2,48 GHz, 18 GT/s
RAM: 12 GiB GDDR6
Preis: Ca. 400 €
PLV: 74,9 %

	Alan	2077	Order	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	35	46	61	51	100	47	47	77	63	51
WQHD	26	32	43	37	66	41	35	51	50	39
UWQHD	16	26	34	29	51	38	29	39	28	32
UHD	9	17	23	20	33	29	19	25	16	23

Radeon RX 7600

Takt: ~2,63 GHz, 18 GT/s
RAM: 8 GiB GDDR6
Preis: Ca. 260 €
PLV: 60,3 %

	Alan	2077	Order	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	16	27	36	30	60	27	34	47	26	32
WQHD	9	18	25	21	37	22	12	30	20	23
UWQHD	6	12	20	16	28	19	8	24	12	19
UHD	4	6	13	12	21	15	7	12	7	10

Arc A770 16GB

Takt: ~2,30 GHz, 17,5 GT/s
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 310 €
PLV: 87,5 %

	Alan	2077	Order	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	24	39	45	47	76	38	47	68	51	46
WQHD	19	27	34	34	56	33	37	47	42	35
UWQHD	17	21	28	27	44	30	31	37	33	30
UHD	12	14	20	19	31	25	23	24	27	20

Geforce RTX 3050 8GB

Takt: ~1,89 GHz, 14 GT/s
RAM: 8 GiB GDDR6
Preis: Ca. 200 €
PLV: 73,2 %

	Alan	2077	Order	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	16	29	36	23	50	23	32	31	29	23
WQHD	8	18	25	16	34	20	24	21	22	16
UWQHD	6	10	20	13	26	18	19	16	15	14
UHD	4	6	14	9	17	10	13	9	11	8

Geforce RTX 4060

Takt: ~2,70 GHz, 17 GT/s
RAM: 8 GiB GDDR6
Preis: Ca. 280 €
PLV: 87,7 %

	Alan	2077	Order	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	27	49	61	41	82	40	52	53	43	37
WQHD	20	32	44	30	55	35	37	35	37	24
UWQHD	10	22	35	23	43	18	31	27	24	20
UHD	7	14	24	17	25	15	24	15	17	12

Radeon RX 6600

Takt: ~2,53 GHz, 14 GT/s
RAM: 8 GiB GDDR6
Preis: Ca. 200 €
PLV: 62,2 %

	Alan	2077	Order	Dying	F1 23	Forza	Hog	Metro	R&C	Witch
FHD	12	22	28	26	45	25	29	31	23	23
WQHD	7	14	19	18	28	20	10	20	18	17
UWQHD	5	8	15	14	21	17	7	16	11	14
UHD	3	4	10	10	13	13	6	9	6	7

System: Intel Core i9-13900KS (8 P-Cores + SMT, keine E-Cores) @ 5,7 GHz (Cache @ 5,1 GHz), MSI Z790 Carbon Wifi, 32 GiB Patriot DDR5-7600 (32-44-44-28-2T inklusive Tertiär-Timing-Tuning); 8 von 10 Benchmarks mit Quality-Upsampling (TAA nur bei Forza Motorsport und Metro Exodus Enhanced Edition), anisotroper Filter auf Standardqualität; Vsync aus.

Spieleamen: Alan Wake 2, 2077: Cyberpunk 2077, Order: Desordre, Dying: Dying Light 2, F1 23: F1 23 (Überschallung), Forza: Forza Motorsport, Hog: Hogwarts Legacy, Metro: Metro Exodus Enhanced Edition, R&C: Ratchet & Clank Rift Apart, Witch: The Witcher 3 „Next-Gen“. Angabe auf die nächste Ganzzahl gerundeter Fps.

Ubisofts „neue“ Engine

Nach Mirage, das sich auf alte Tugenden konzentrierte, soll das kommende Assassin's Creed Shadows wieder etwas Großes werden. Wir haben uns auf der Gamescom die aufgepeppte Technik des Blockbusters genauer angesehen. Was macht Ubisoft wirklich neu?

Der neueste Ableger der Assassin's Creed Reihe soll die Offenheit, Weitläufigkeit von Odyssee oder zuletzt Valhalla bieten und verlegt das Szenario ins feudale Japan; so weit, so bekannt. Doch was die zugrundeliegende Technik angeht, haben wir Neuigkeiten. Nach der in Avatar: Frontiers of Pandora und Star Wars Outlaws genutzten Snowdrop Engine bekommt nun auch die altbekannte Anvil-Engine ein „Next-Gen“-Upgrade. Mit Raytracing und einer ganzen Reihe spannender Features inklusive.

Ein Plus an Dynamik, ein Plus an Lebendigkeit

Der Kern-Fokus, die alles verbindende Gemeinsamkeit des Anvil-Updates, ist „Dynamik“. Die mit der Engine umgesetzten Spiele – allen voran das neue Assassin's Creed Shadows – sollen lebendiger, abwechslungsreicher und interaktiver werden. Um diesen Umstand zu realisieren, nutzt die runderneuerte Anvil eine ganze Reihe neuer Fähigkeiten. Es fällt uns bei der Menge an Neuerungen gar nicht so einfach, einen ersten Ansatzpunkt zu

finden, doch eine der „größten“ Ergänzungen, die mit Shadows Einzug in die Assassin's-Creed-Reihe erhält, sind dynamisch wechselnde Jahreszeiten. Im feudalen Japan werden Sie im Frühling, Sommer, Herbst und Winter sehr unterschiedlich anmutende Umgebungen erkunden können, beim Saisonwechsel und der Umsetzung der jeweils sehr unterschiedlichen Witterungseinflüsse kommen wiederum andere Fähigkeiten des neuen Grafikmotors zum Einsatz. Die Entwickler – sowohl auf der Gamescom als auch

im Interview – bezeichneten die für Shadows kräftig ausgebaut Engine schlicht „Anvil“.

Fließender Wind, steigendes Wasser, wogender Nebel

Für das Anvil Upgrade hat Ubisoft eine komplexe Windsimulation sowohl für die Luftbewegung als auch die Vegetation integriert und kombiniert diese mit je nach Umgebung und Jahreszeit divergierenden Partikeln, darunter Sakura-Blüten, aber auch Schneeflocken, Herbstlaub oder Regentropfen. Ein stark ausgebautes, dynamisches Wettersystem sowie eine erweiterte Wolkendarstellung sind ebenfalls mit von der Partie. Je nach Jahreszeit ändern sich auch Wetterumstände. Für die Wind-Berechnung und Vegetations-Physik kommt ein Fluid Modell, also eine „Flüssigkeitssimulation“ zum Einsatz.

Diese Windsimulation beherrscht außerdem Hindernisse, also etwa Bauwerke oder Objekte wie einen Fels. Der Wind „umfließt“ diese, es gibt Stellen mit erhöhter und verringerter „Flussgeschwindigkeit“, Intensität. So kann etwa ein Gebäude Windschutz bieten, Gras oder Partikel wehen in einem solchen mit reduzierter Stärke. Es können obendrein Verwirbelungen etwa an Kanten oder bei Hindernissen wie Felsbrocken oder Baumstümpfen entstehen; hier können sich die Partikel sogar dynamisch ansammeln. Die im Winter virtuell herabrieselnden Eiskristalle können so beinahe etwas wie Schneewehen bilden.

Das kalte Weiß ist im Übrigen dynamisch, türmt sich also im Winter bei Schneefall allmählich auf. Die Partikel, die virtuellen Schneeflocken, sind allerdings nicht selbst direkt dafür verantwortlich. Ganz so tief greift die Dynamik der Simulation nicht. Eine dermaßen komplexe Simulation, eine voll-



Bilder: Ubisoft

wertige, die gesamte Spielewelt umspannende Flüssigkeits- sowie feingranulare Volumenberechnung wäre wohl auch noch etwas zu viel für heutige (und wohl auch morgige) Hardware. Eine ganz so realistische, bis auf die kleinste Schneeflocke genaue Darstellung ist für ein überzeugendes Gesamtbild aber auch nicht nötig. Der virtuelle Schnee, in dem Sie natürlich auch dynamische Fußspuren hinterlassen, sieht in Assassin's Creed Shadows auch so sehr überzeugend aus.

Das Modell für den Regen schaut allerdings auch gut aus. Die Tropfen interagieren nicht nur wie andere Partikel mit dem Wind, sondern bilden außerdem Wellen in dynamisch wachsenden Pfützen, das Nass rinnt stimmungsvoll von Hausdächern herunter. Hübsch sind obendrein die volumetrischen Nebel-effekte, darunter nicht nur der Staub, der ebenfalls dynamisch mit Wind und Wetter interagiert, sondern auch die dynamische, volumetrische Beleuchtung. Dank neuer Anvil kommt in Assassin's Creed Shadows



„Dynamik“ ist der Kernaspekt der stark erweiterten Anvil-Engine, die erstmals in dem kommenden Assassinen-Abenteuer zum Einsatz kommt. Teil der neuen Dynamik sind wechselnde Jahreszeiten, Wind-, Witterungs- und Wettereinflüsse.

nun obendrein eine volldynamische Raytracing-GI zum Einsatz.

Global Illumination

Die Ausleuchtung der nun deutlich dynamischeren Spielewelt respektive

der aktualisierten Anvil ist in Assassin's Creed Shadows ebenfalls rund-erneuert. Das Lighting der Vorgänger setzt auf einen Pre-Baked-Ansatz für die indirekte Beleuchtung beziehungsweise „Global Illumination“.

Bei den bisherigen Pre-Baked-GI-Ansätzen der Anvil Engine werden im Grunde mehrere Beleuchtungsszenarien via Offline-Raytracing auf Renderstationen „vorgebacken“, passend zur jeweiligen Tageszeit und

LCPOWER
www.lc-power.com

LC1000MW V3.1

Super Silent Modular Series

1000 Watt / 1x PCIe 5.1 / 6x PCIe 6+2 / 135 mm Lüfter



**ATX
3.1**

**PCIe
5.1**



den Witterungsumständen. Für jede Umgebung, Tageszeit und Wettersituation erstellen die Entwickler also eine Reihe „Sets“ für das indirekte Bounce-Light. Diese – üblicherweise in überschaubarer Anzahl vorgerenderte – Beleuchtungsdaten können darauf überblendet werden, wenn sich die Tageszeit oder das Wetter ändern.

Die „Übergänge“ zwischen zwei Beleuchtungs-Sets dieserart sind allerdings optisch dennoch erkennbar, der „pre-baked“, im Grunde statische Umstand der GI-Daten sorgt obendrein für einige Diskre-

panzen: In recht vielen Fällen passt die direkte Beleuchtung durch die Sonne (oder den Mond) nicht genau zu den vorberechneten Daten für das indirekte Bounce-Light. Ein geschultes Auge kann diese Diskrepanzen in früheren Assassinen-Abenteuern beobachten. Assassin's Creed Shadows wird hingegen eine umfangreiche Raytracing-Beleuchtung erhalten.

Als wir nachgehakt haben, erfuhren wir, dass ein dedizierter, nicht direkt vergleichbarer Ansatz im Vergleich zur ebenfalls runderneuerten Snowdrop Engine zum Einsatz kommt.

Anders als in Avatar: Frontiers of Pandora oder Star Wars: Outlaws, wo die von Massive Entertainment entwickelte und überarbeitete Snowdrop bereits zum Einsatz kommt, wird Raytracing in Assassin's Creed Shadows allerdings keine Voraussetzung. Für schwächere Systeme respektive nicht über spezifische Raytracing-Beschleunigung verfügende Grafikkarten wird es einen Fallback geben. Das alte, auf mehreren vorberechneten, „pre-baked“ Beleuchtungsszenarien basierende GI-Modell wird in Assassin's Creed Shadows demnach optional angeboten. Besitzer etwas schwä-

cherer Hardware dürften es danken. Alle anderen freuen sich auf ein weitaus dynamischeres, feineres und authentischer wirkendes Beleuchtungsmodell, das obendrein auf ansehnliche Art und Weise mit den volumetrischen Effekten, insbesondere Nebel, interagiert. Dies ist keine Selbstverständlichkeit, viele aktuelle Games mit Raytracing-Beleuchtung sparen sich diese komplexe, aufwendige Interaktion zumindest bis zu einem gewissen Grad. In der aktuellen Unreal Engine (5.4.4) ist dieses Feature tatsächlich standardmäßig deaktiviert, weil der Performance-Einschnitt sehr hoch ausfällt. Einer der wenigen UE5-Titel, welche die komplexe Interaktion von Raytracing-GI und volumetrischem Nebel nutzen, ist Ark: Survival Ascended mit maximalen Grafik-Details.

Assassin's Creed Shadows wird eine solche Einbindung der volumetrischen Effekte bieten, wenn vielleicht nicht vollumfänglich respektive in stark optimierter Form. Die Raytracing-Beleuchtung kann also mit Nebel und anderen Volumetrics interagieren. Der Nebel greift die Färbung der indirekten Beleuchtung sichtbar auf. Wie komplex dieses Zusammenspiel ausfallen wird, das werden wir bei Tests genauer prüfen müssen. Ob Assassin's Creed Shadows für PC-Spieler zusätzliche Technologien anbieten wird, etwa wie Star Wars Outlaws das nochmals komplexere RTXDI, ist bislang noch ungewiss. Gewiss ist jedoch, dass die Raytracing-Beleuchtung der neuen Anvil eine Vielzahl Vorteile mit sich bringt, nicht zuletzt ein Plus an Glaubwürdigkeit und Dynamik.

Keine RT-Spiegelungen?

Die Reflexionen werden auf Nachfrage mit verbesserten, aber „konventionellen“ Methoden erzeugt. Dies bedeutet: Screen Space Reflections. Raytracing-Spiegelungen, wie sie etwa die neue Snowdrop bietet, nutzt Assassin's Creed Shadows demnach nicht. Zumindest nicht regulär, eine etwaige Unterstützung durch Third-Party-Implementierungen (beispielsweise Nvidias RTX Raytracing) können und möchten wir aktuell nicht ausschließen.

Auf unsere Nachfrage begründeten die Entwickler dies mit dem Um-



Partikeleffekte interagieren dank der neuen Anvil-Engine mit Wind. Was wäre ein Japan-Szenario ohne die typischen japanischen Kirschblütenblätter, den Sakura-Blüten?



Die Pfützen entstehen bei Regenfall dynamisch. In AC Shadows werden deren Oberflächen nun außerdem mit Screen-Space-Reflections veredelt. In den Vorgängern Origins, Odyssey, Valhalla und Mirage waren es teils noch Cube-Map-Reflections.



Virtual Geometry: Wir hoffen auf beeindruckende Sichtweite, einen extrem hohen Detailgrad bei nahen Elementen sowie zugleich massiv reduziertem Pop-up.



Die neue Zerstörungsphysik hat auch einige Gameplay-Aspekte. Sie können etwa Wände aus Reispapier zerlegen, um neue Wege zu eröffnen.

stand, dass im feudalen Japan relativ wenige spiegelnde Flächen existieren, kein glänzendes PVC, kaum reflektierendes Metall oder Glasoberflächen. Anders als beispielsweise in einem Cyberpunk-Szenario oder bei einem „cleanen“ Sci-Fi-Look wären Spiegelungen in Assassin's Creed Shadows nicht elementar für den Look, das Szenario, den Art-Style. Den Entwicklern zufolge wäre es vielmehr sinnvoller, die nicht unbeträchtlichen Ressourcen, die für

Raytracing-Spiegelungen notwendig sind, stattdessen für andere grafikintensive Rendere Aufgaben oder Effekte zu nutzen.

Die Spiegelungen im von Ubisoft zur Verfügung gestellten Material sehen generell gut aus. Allerdings vermeiden die kurzen, schicken Videoschnipsel typische Screen-Space-Nebeneffekte, sodass eine Qualitätseinschätzung der SSRs aktuell etwas diffizil ist.

Die Spiegelungen auf größeren Wasseroberflächen wirken indes sauber, werden hübsch gefiltert und enthalten auch einige dynamische Elemente, wie den Schein von Laternen oder Fackeln. Die Reflexionen auf den Pfützen sind oben drein ausgebaut, vorherige Teile der Assassin's-Creed-Reihe nutzten für Pfützen teils unschöne Cube-Map-Spiegelungen. In Shadows sind es nun offenkundig Screen Space Reflections.

Dynamische Zerstörung

Eine weitere Neuerung bei Assassin's Creed Shadows, ebenfalls auf eine höhere Dynamik abzielend, ist die Zerstörungsphysik. Ähnlich einer dynamischen, glaubwürdig mit Wind und Wetter interagierenden Vegetationsdarstellung, fehlte eine solche in früheren Assassinen-Teilen bislang. Die tüchtig ausgebaute Anvil bietet jetzt sowohl Zerstörungsphysik für Objekte als auch die dynamische Vegetation. Zudem soll

ANZEIGE

Top-Videos



Videos
auf der aktuellen
Heft-DVD
Jetzt
anschauen

30 Jahre 3dfx

Warum 3dfx für Spiele revolutionär war, erfahren Sie hier!

Volldynamische Tageszeiten

Dank der Raytracing-basierten GI überzeugen die dynamischen Tageszeitenwechsel auf dem Monitor.



mit der Destruction-Physik auch das Gameplay ausgebaut werden, denn auch einige Türen oder die für das Szenario typischen Wände aus Reispapier sollen Spieler mit Katana und Co zerlegen dürfen. Diese Art von Dynamik haben wir in einem Assassin's Creed bislang schmerzlich vermisst. Wir sind gespannt, wie umfangreich diese Zerstörung ausfallen wird, schließlich ist es in gewissem Rahmen auch eine Design-Herausforderung, wenn Spieler sich einfach einen Weg durch Hindernisse bahnen können. Vielleicht nicht immer auf eine Art und Weise, wie die Spiele-Designer es vorgesehen hatten. Auf der anderen Seite ist oder war nicht jede Wand im feudalen Japan aus Papier; gewisse Grenzen wird es also vermutlich geben.

Die vielleicht spannendste, überraschendste technische Neuerung haben wir uns für den Schluss aufgehoben: Die in Assassin's Creed genutzte, modernisierte Anvil wird neben Virtual Texturing (dies wurde bereits von der „Last-Gen“-Fassung, respektive in den letzten Assassinen-Abenteuern unterstützt) außerdem auf Virtual Geometry setzen. Was das ist und weshalb es so etwas Bemerkenswertes ist? Nun, eine andere Form von Virtual(ized) Geometry ist das in der Unreal Engine 5 genutzte Nanite.

Jawohl, mit der neuen Anvil, dem neuen Assassin's Creed, wird Epic in diesem Bereich Konkurrenz bekommen. Dabei sind die genutzten Techniken lose vergleichbar, allerdings nicht haargenau deckungsgleich. Im Prinzip können mit Virtual Geometry ähnlich wie bei Virtual Texturing Teile von Assets in der jeweils passenden Qualitätsstufe geladen werden, um ein Optimum aus Optik und Performance zu kitzeln. Es handelt sich obendrein um eine Art Auto-LoD. Durch das dynamische Detailanpassen können Modelle stufenlos in der Qualität angepasst werden, ohne dass sichtbares Pop-up oder Wechsel zwischen High- und Low-Poly-Meshes störend ins Auge fallen.

Die Technik kommt in Assassin's Creed Shadows allerdings nicht für die eigentliche Terrain-Darstellung zum Einsatz, wohl aber bei Modellen und Objekten wie Häusern, Felsen, welche die Landschaft aus-

schmücken. Für den eigentlichen Boden, also die tatsächliche Terrain-Darstellung, wird eine ausgebaut Version der bereits in Origins, Odyssey und Valhalla (sowie Ghost Recon Wildlands und Breakpoint) verwendeten Technologie genutzt. Diese Technologie basiert auf einer Height Map, einer 2D-Graustufen-Textur mit Höheninformationen, aus der wiederum die Landschaft generiert wird. Die Materialien für unterschiedliche Oberflächen, etwa Lehm, Matsch, Sand, Geröll, können von Entwicklern im Editor, ähnlich wie mit einem Pinsel aufgetragen, „aufgemalt“ werden. Die Übergänge zwischen unterschiedlichen Oberflächen und ihren Beschaffenheiten werden via Material Blending vermischt, kaschiert, um sichtbare Ränder sowie Tiling zu vermeiden. Mittels Virtual Texturing können diese Materialien darauf „blockweise“, in kleinen Teilen in der jeweils benötigten Qualität in den Grafikspeicher geladen werden, was dem Streaming entgegenkommt und den Speicher vor dem Kollaps bewahrt. Um den Bodentexturen ein Plus an Tiefe zu geben und mit zusätzlichen Mikrodetails zu ergänzen, nutzt die Anvil sowohl Displacement Mapping (mittels aus einer Displacement Map und Tessellation erzeugte Geometrie) sowie Parallax Mapping.

Für Assassin's Creed Shadows respektive die neue Anvil wurden diese Techniken ausgebaut, die Texturauflösung und Materialdarstellung sind umfangreicher, die Micro-Details sind sichtbar feiner.

Die nächste Generation im Vorab-Fazit

Mit der Support-Ankündigung für Virtual(ized) Geometry möchten wir vorerst zum Ende kommen. Neben der schicken Raytracing-Beleuchtung, die sanfte, dynamische Übergänge bei Wetter- und Witterungs- sowie Jahreszeitenwechseln ermöglicht, gehört dieses Feature aber vielleicht zu den spannendsten technischen Neuerungen der generalüberholten Anvil. Die eingangs erwähnte, von Ubisoft spezifisch in den Fokus der Entwicklung gerückte Steigerung der Dynamik, ein deutliches Plus an Lebendigkeit, der Glaubwürdigkeit der Spielewelt, ist den Entwicklern mit der neuen Anvil Engine geglückt. (jhb/pr)



WORLD OF WARSHIPS



SPIELE KOSTENLOS

WWW.PLAYWARSHIPS.DE

Benutze den Bonuscode:

WARSHIPS



Gaming-GPU aus China

Erstmals betritt ein chinesischer GPU-Hersteller die große Bühne. Lauert hier Gefahr für AMD, Intel und Nvidia? Unser XXL-Test klärt auf.

Folgende Produkte finden Sie im Test

- Nvidia GeForce RTX 3060, GTX 1650, GTX 1060 & GTX 970
- AMD Radeon RX 6600, RX 6400 & RX 580
- Intel Arc A580 & A380
- Moore Threads MTT S80

Über den Vorstoß des chinesischen Herstellers Moore Threads Technology (MTT) berichteten wir bereits mehrfach auf PCGH.de. Der junge Grafikkarten-Entwickler hat es sich zum Ziel gesetzt, das Reich der Mitte unabhängiger vom Westen zu machen. Die vor einem Jahr von den USA verhängten Sanktionen für Hochtechnologie dürften diese Anstrengungen nochmals verstärkt haben.

Ein pikantes Detail zum Start: James Zhang, welcher Moore Threads im Oktober 2020 gründete, war zuvor viele Jahre bei Nvidia tätig – und zwar in einer Führungsposition als Vice President and General Manager of Nvidia China.

Seit vier Jahren lenkt er die Geschicke von Moore Threads, welches – wie der Intel-Gründer – „more“ ausgesprochen wird. Wie AMD, Nvidia und weitere Firmen entwickelt Moore Threads Hard- und Software ohne eigene Fabriken. Das Ziel ist ambitioniert, aber klar formuliert: „Our mission is to be a global GPU leader. Our vision is to accelerate computing for the future.“

Bereits seit Ende 2022 ist mit der MTT S80 eine Endkunden-Grafikkarte erhältlich, die auf dem Papier durchaus für Aufsehen sorgt. Ihr klangvoller Codename: ChunXiao – „Frühlingsdämmerung“. PCGH ist seit Ende 2023 im Besitz einer solchen Grafik-

Spezifikationsübersicht: MTT S80 neben weiteren Grafikkarten

Grafikkarte	MTT S80	Arc A770	Radeon RX 7800 XT	Geforce RTX 4060 Ti	Radeon R9 Fury X
Architektur	MUSA	Xe HPG	RDNA 3	Ada Lovelace	GCN 1.2
Schnittstelle	PCI-Express 5.0 ×16	PCI-Express 4.0 ×16	PCI-Express 4.0 ×16	PCI-Express 4.0 ×8	PCI-Express 3.0 ×16
GPU Boost (MHz)	1.800	2.100	2.124	2.535	1.050
Speichertakt (MHz)	7.000	8.750	9.750	9.000	1.000
Shader-ALUs (FP32)	4.096	4.096	3.840	4.352	4.096
GFLOPS SP (FP32)	14.746	17.203	32.625	22.065	8.602
GFLOPS DP (FP64)	230	269	1.020	345	538
Textureinheiten (TMUs)	256	256	240	136	256
Render-Backends (ROPs)	256	128	96	48	64
Füllrate (Mpix/s/Mtex/s)	460,8/460,8	268,8/537,6	203,9/509,8	121,7/344,8	67,2/268,8
Raytracing Cores	–	32	60	34	–
Tensor/Matrix Cores	32	512	120	136	–
Level-2-Cache (MiB)	4	16	4	32	2
Level-3-Cache (MiB)	–	–	64	–	–
Speicherinterface (Bit)	256	256	256	128	4096
Speichergeschwindigkeit (GT/s)	14,0	17,5	19,5	18,0	2,0
Speichertransferrate (GByte/s)	448	560	624	288	512
Speicherbestückung (MiByte)	16.384	16.384 / 8.192	16.384	16.384 / 8.192	4.096
Strombuchse	1 × 8-Pin (EPS)	Je 1 × 8-/6-Pin	2 × 8-Pin	1 × 16-/1 × 8-Pin	2 × 8-Pin
ATX 3.0: 12VHPWR-Support	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein
Max. Leistungsaufnahme (TBP)	255 Watt	225 Watt	263 Watt	160 Watt	275 Watt
Bildschirmanschlüsse	DP 1.4a, HDMI 2.1	DP 2.0, HDMI 2.1	DP 2.1, HDMI 2.1	DP 1.4a, HDMI 2.1	DP 1.2, HDMI 1.4a

Bemerkungen: Wir haben absichtlich GPUs ausgewählt, die über (rund) 4.096 FP32-ALUs verfügen.

karte, welche wir dank tatkräftiger Community-Unterstützung aus China importierten. Falls Sie sich fragen, warum wir eine nur in Fernost erhältliche Grafikkarte aus ihrem natürlichen Habitat entführen und mit westlicher Technologie vergleichen: Weil wir's können! Und weil wir Vollblut-Nerds sind, die keine Kosten und Mühen scheuen, um Sie zu informieren.

Kurzer Rück- und Ausblick

Mit Sicherheit erinnern Sie sich an das ereignisreiche Jahr 2022, in dem nicht nur Nvidias Ada Lovelace und AMDs RDNA 3 debütierten. Es war dasselbe Jahr, in dem auch Intel seine Rückkehr in den Grafikkartenmarkt feierte. Im Schatten des Rampenlichts erschien auch Moores Threads' Topmodell, die S80 auf Basis der ChunXiao-GPU. Diese Grafikkarte ist längst zu einem begehrten Versuchsobjekt unter Technik-Enthusiasten geworden – auch hierzulande. So berichtet PCGH-Mitglied Loeschswerg seit geraumer Zeit von seinen Abenteuern mit einer MTT S80. Er ist es auch, welcher diesen Artikel mit spannenden Informationen ergänzt; Sie können seinen Erfahrungsbericht am Ende des Tests lesen.

Potenter Kern ...

Tatsächlich hatten wir schon für Anfang dieses Jahres einen vollwertigen Test der MTT S80 geplant, der Zustand des Treibers ließ uns jedoch immer wieder davon abrücken. Dazu gleich mehr, sehen wir uns zunächst die Hardware genauer an. Die obige Technik-Tabelle entstand nach sorgfältigem Studium diverser MTT-Dokumente sowie Analyse mithilfe von Diagnose-Tools.

Mit 4.096 sogenannten MUSA-Einheiten (vergleichbar mit Nvidias CUDA-Cores und AMDs Stream-Prozessoren) und ihrem Maximal-Boost erreicht die MTT S80 eine theoretische Rechenleistung von 14,7 TFLOPS – obwohl der Hersteller kurioserweise nur 14,4 angibt. Mit an Bo(a)rd sind 16 GiByte GDDR6-Speicher mit einer Transferrate von 448 GByte pro Sekunde. Glaubt man den offiziellen Blockdiagrammen und Analyse-Tools, verfügt der Chip sogar über bemerkenswerte Eigenschaften: Neben ungewöhnlich vielen Raster Operation Units und somit unerhöht viel Pixelfüllrate beherbergt die GPU außerdem 32 Tensor-Kerne. Dahinter stecken spezialisierte „KI-Rechenwerke“, wie sie Nvidia seit

2018 installiert. Raytracing-Kerne fehlen der GPU jedoch. Daneben ist die S80 die erste und einzige Endkunden-Grafikkarte mit PCI-Express 5.0 ×16. Vergleicht man diese Daten mit den anderen Modellen in der Tabelle, macht Chinas Flaggschiff keine schlechte Figur.

... lahme Software

Was kann mit dieser weitgehend modernen Architektur schiefgehen? Viel mehr, als man sich als Nutzer einer AMD Radeon oder Nvidia Geforce vorstellen kann. Spätestens seit Intels Rückkehr in den Markt der dedizierten Grafikkarten wissen

wir, dass Gedeih und Verderb nicht von der Hardware abhängen, sondern auch von der Software. Zwar machte Moore Threads in den vergangenen Monaten enorme Sprünge durch Treiber-Updates, allerdings auf derart niedrigem Niveau, dass es immer noch nicht reicht, um den etablierten Marken auch nur ansatzweise das Wasser zu reichen. Wir möchten Ihnen nicht die ganze Leidensgeschichte erzählen, nur die wichtigsten Eckpunkte.

DirectX 12 oder Vulkan? Fehlanzeige, der Treiber beherrscht erst seit einem guten Jahr DirectX 11. Damit werden zwar etwa 99,9 Prozent der PC-Spiele abgedeckt, dieser Wert ist jedoch nur theoretischer Natur. Selbst mit dem aktuellen Treiber von Ende August sind mannigfaltige Kompatibilitätsprobleme zu beklagen und selbst uralte Spiele, die von aktuellen Grafikkarten geradezu *überflüssig* berechnet werden, ruckeln, zeigen Grafikfehler oder stürzen ab. Wir haben unzählige Teststunden damit verbracht, einwandfrei lauffähige Spiele zu finden. Diese lassen sich an zwei Händen abzählen, sofern man sich nicht nur fehlerfreie Grafik, sondern auch spielbare Bildraten wünscht.

Test-Video zur MTT S80 und vieles mehr:

<https://www.youtube.com/@pcgh>



Das Treiber-Kontrollzentrum „PES“

„Perfect Experience System“: Perfektion sieht zwar anders aus, die Treibersteuerung ist Moore Threads aber gelungen.

Vor gut zwei Jahren wagte Intel seine Rückkehr auf den Grafikkartenmarkt. Spätestens seit diesem Stunt wissen wir, wie wichtig ein guter Treiber ist. Doch nicht nur die inneren Werte – die Kommunikation zwischen Hard- und Software – sind wichtig, sondern auch das Äußere. Intels grafische Oberfläche, Arc Control, litt unter zahlreichen Kinderkrankheiten. Moore Threads ging es beim Debüt ähnlich, doch im Herbst 2024 hinterlässt deren Treiber-Schaltzentrale einen guten Eindruck – sofern man von einem klitzekleinen Problem absieht: Die Oberfläche ist nach wie vor nur auf Chinesisch verfügbar.

Die meisten Inhalte sind auch ohne Mandarin-Kenntnisse verständlich, bei den Details, was welcher Schalter steuert, wird es jedoch knifflig. Übersetzungs-Apps für Smartphones sind hier Gold wert. So bietet das PES (in keiner Weise mit Konamis Fußballspielserie verbandelt) nicht nur Informationen zu den anliegenden Taktraten, der Auslastung und mehr, sondern auch Komfort-Funktionen. Auf Wunsch lässt sich das PES im Dark Mode (Anthrazit + Orange) nutzen, ein On-Screen-Display zeigt die Vitalfunktionen in einem wählbaren Bildschirmmaß an, außerdem bietet die Software intakte Aufnahme-funktionen für Videos (neuerdings inkl. AV1) sowie Screenshots. Eine gute Basis, jedoch: Qīng yǒng yīngyǔ (English, please)!



Das PCIe-Feature Resizable BAR ist bei MTT zwingend. Verfügt das Board nicht darüber, verweigert die Grafikkarte ihren Dienst (die Warnmeldung sehen wir nur, weil die S80 die zweite GPU im System ist!).



Übersetzung der Angaben im PES: Die Oberfläche ist durchdacht und übersichtlich. Das einzige Problem – zumindest für westliche Nutzer – ist, dass Moore Threads noch keine englische Variante anbietet.

Spezial-Benchmarks

Obwohl von Anfang an klar war, dass wir weder den amtierenden GPU-Leistungsindex, noch dessen Nachfolger mit der MTT S80 absolvieren können, gestaltete sich die Suche nach geeigneten Benchmark-Spielen als zähes Unterfangen. Wir haben circa 60 Spiele der Jahrgänge 2007 bis 2024 ausprobiert und auf ihre Funktion geprüft. Beinahe die Hälfte davon läuft nicht, da sie aus unserem Bestand der modernen Spiele stammt und DirectX 12 oder Vulkan erfordern. Die andere Hälfte funktioniert, allerdings schickt uns die Moore Threads MTT S80 auf eine Achterbahnfahrt – obwohl wir weder Planet Coaster, noch Park Beyond ausprobiert haben.

Wie testet man eine Grafikkarte, auf der nur ein Bruchteil der Spiele fehlerfrei läuft? Damit ist ausdrücklich die optische Seite gemeint. Die Anzahl jener Spiele, die tatsächlich *perfekt* laufen, also weder fühlbar ruckeln, noch Grafikfehler zeigen, lässt sich an einer (!) Hand abzählen.

Niemandem ist mit einem Verriss geholfen, welcher zwar den Zeitgeist trifft, aber ansonsten keine verwertbaren Informationen enthält. Unser Ziel für diesen Artikel, dessen Arbeiten sich über ein Dreivierteljahr erstrecken, war vielmehr der erste vollwertige Test der Moore Threads MTT S80. Wir wollten herausarbeiten, was diese Grafikkarte kann – neben dem großen Teil dessen, was sie nicht kann.

Der am Ende aller Evaluierungstests zusammengestellte Spezial-Leistungsindex versucht den Spagat. Bei den 10 enthaltenen Spielen handelt es sich um eine wohlwollende Mischung, bei der die MTT S80 nicht komplett versagt. Sie brilliert nicht, doch zeigen die Messungen einige Fälle, wo man mit der besten Gaming Grafikkarte „Made in China“ tatsächlich spielen und Spaß haben kann. Als Kontrahenten haben wir nicht etwa die illustre Runde in der Techniktafel auserkoren – jede einzelne würde die S80 demütigen. Stattdessen haben wir uns die Steam-Statistik angesehen und einige der dort verbreitetsten Grafikkarten aus den Untiefen unseres Lagers geholt. Auch die Einstellungen weichen deutlich von dem ab, was Sie als PCGH-Leser schätzen.

Fractal Design

Define 7 PCGH Edition



Testsieger unter den Midi-Tower-Gehäusen
jetzt als PCGH-Edition

3 × 140 mm Venturi-HF-Lüfter (3-pin)
statt Dynamic-Lüfter

Lüfter in einer speziellen PCGH-Version
mit nur 800 U/min.

5,25-Zoll-Halterung vorinstalliert

Fronttür öffnet standardmäßig nach rechts

PCGH-Metallaufkleber im Lieferumfang



www.pcgh.de/define7

Ultra-Details mit Ultra-Raytracing und Ultra-Auflösung? Von wegen! Wir testen alle Spiele sowohl mit mittleren als auch maximalen Details, als Testauflösungen

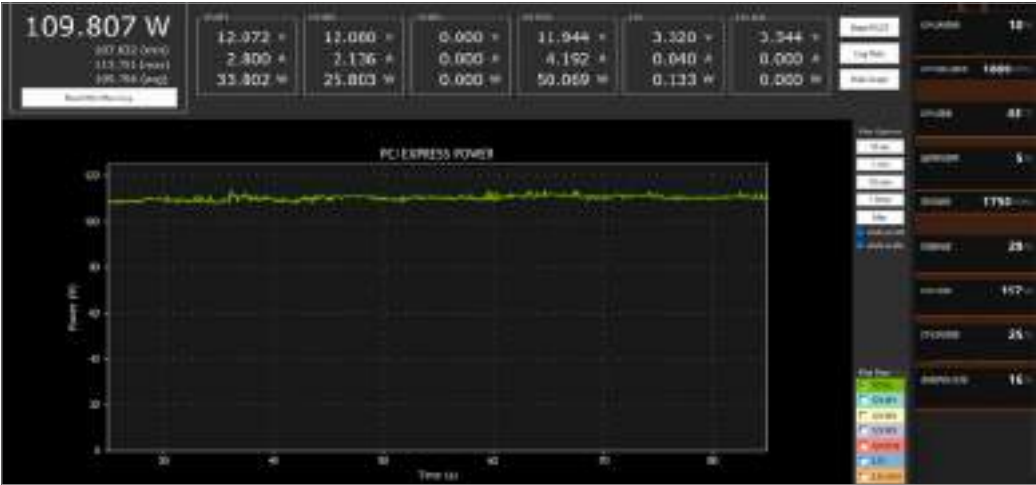
haben wir Full HD/1080p und WQHD/1440p auserkoren. Die Genügsamkeit der Spiele stellt sicher, dass die teilnehmenden Grafikkarten flüssige bis sehr flüssige

Bildraten erzielen. Selbstverständlich laufen alle Daten anschließend in unser „Leistungsindexcel“, das sowohl einen Gesamt- als auch Einzel-Indizes daraus berechnet.

Benchmark-Ergebnisse

Bevor Sie weiterblättern und die ersten Balken betrachten, erinnern Sie sich bitte kurz an die Spezifikation der im Rampenlicht stehenden Grafikkarte. 14,7 TFLOPS, 448 GByte/s, 16 GiByte: Kenner unserer aktuellen Leistungsindizes erwarten eine Schlagkraft um 30 Prozentpunkte und somit volle Gaming-Tauglichkeit für 1080p und 1440p.

Die Ergebnisse zeigen, weshalb wir die Basishürde derart niedrig angesetzt haben: Die MTT S80 bekommt ihre theoretische Rohleistung niemals auf die Straße, nicht mal ansatzweise. Anzunehmen wäre eine Leistung im Bereich einer Geforce GTX 1080 Ti, RTX 2070 Super, Radeon RX 5700 XT oder Arc A770. Stattdessen findet sich die S80 meistens neben Geforce GTX 1650, Radeon RX 6400 und Arc A380 wieder. Falls Ihnen das zu abstrakt ist: Chinas beste Grafikkar-



Das treibereigene Overlay, rechts im Bild, kann auch die derzeit aufgenommene Energie anzeigen – übertreibt dabei jedoch. Links sehen Sie, was die MTT S80 tatsächlich im Leerlauf benötigt, und rechts das, was der Treiber meldet.

Neben einer S80 sieht eine A770 aus wie eine Göttin

Fangen wir mit dem Wichtigsten an: Dieser Test war wesentlich spannender als die x-te Geforce oder Radeon – zumindest für einen 24/7-Nerd wie mich. Das galt bereits für Intels GPU-Vorstoß vor gut zwei Jahren, bei Moore Threads ist die Sache aber nochmal etwas ... interessanter. Das, was nicht oder nur unbefriedigend funktioniert, ist zahlreicher als das, was ordentlich läuft. Ich war ja auf Probleme gefasst – dank der Quasi-Live-Berichterstattung des PCGHX-Mitglieds Loeschweg –, aber wenn man es selbst erlebt, ist's noch intensiver. Herrje, ist das Ding „beta“ und ineffizient. MTT muss noch viel lernen, den Treiber fitmachen, die Hardware erschließen. Vielleicht haben wir in **zehn** Jahren dann einen weiteren Player auf dem Markt der Gaming-GPUs ...



Raffael Vötter

Der Blick über den Tellerrand birgt Unwohlsein in sich

Grafikkarten aus dem fernen Osten als vierter Spieler am Markt? Klingt spannend. Doch wenn ich mir das Ergebnis in diversen Spielen ansehe, läuft's mir kalt den Rücken runter – und zwar nicht, weil es mich entzückt, sondern mit Entsetzen zurücklässt. Sicher, das ist und soll keine Grafikkarte sein, die Cyberpunk 2077 mit Pathtracing flüssig darstellt, aber selbst ein Visions of Mana, welches nun wirklich anspruchslos an Grafikkarten ist, ist quasi unspielbar mit der MTT S80. Die Frage ist zudem, für welche Zielgruppe das Ding eigentlich designt wurde, wenn bereits eine Arc A380 für etwas über 100 Euro schneller ist. Dennoch wird es spannend zu sehen sein, was mit dem aktuellen Zustand der Karte passiert, wenn Moore Threads weiter am Treiber werkelt.



David Ney

Leistungsaufnahme und Lautheit ausgewählter Grafikkarten

Lautheit (Entfernung: 50 Zentimeter senkrecht zu den Lüftern)	MTT S80	RX 7600	RX 6700 XT	RX 5700	RTX 4060 Ti 8GB	RTX 2060 6GB	GTX 1070
Leerlauf (Desktop)	1,5 Sone	0,0 Sone	0,0 Sone	0,2 Sone	0,0 Sone	0,4 Sone	0,4 Sone
2 LCDs (UHD + FHD)	1,5 Sone	0,0 Sone	0,0 Sone	0,3 Sone	0,0 Sone	0,4 Sone	0,4 Sone
UHD-Youtube-Video	1,5 Sone	0,0 Sone	0,0 Sone	0,3 Sone	0,0 Sone	0,4 Sone	0,4 Sone
Gaming (MAXIMUM)	2,6 Sone	1,6 Sone	2,4 Sone	3,7 Sone	1,4 Sone	1,4 Sone	2,9 Sone
Coil Whine (Spulenfließen allein)	~0,5 Sone	~1,4 Sone	~1,0 Sone	–	~0,4 Sone	–	–
Leistungsaufnahme (isoliert vom Restsystem)	MTT S80	Arc A580	RX 6600	RTX 3060 12GB	RTX 2060 6GB	GTX 1070	R9 Fury X
Leerlauf (UHD, 60 Hz)	108 Watt	42 Watt	6 Watt	11,5 Watt	10 Watt	9 Watt	21 Watt
Dual-Display (UHD + FHD)	108 Watt	45 Watt	22 Watt	18,5 Watt	15 Watt	–	–
UHD-Youtube-Video	109 Watt	449 Watt	23 Watt	17,5 Watt	17 Watt	–	–
Gaming (MAXIMUM)	232 Watt	199 Watt	134 Watt	171 Watt	161 Watt	149 Watt	329 Watt

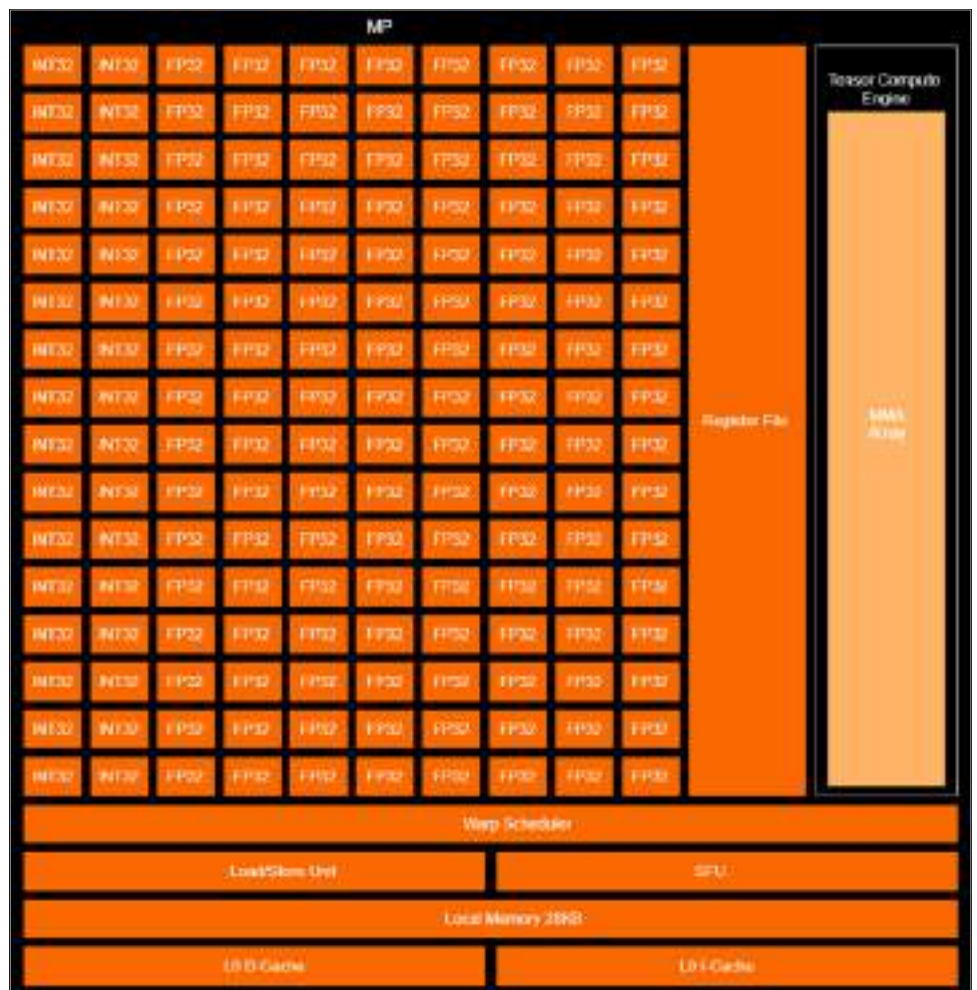
Bemerkungen: Bei der Lautheit aufgeführt sind ausschließlich Modelle, von denen eine Referenzkarte existiert.



Die MUSA-Architektur beleuchtet

Praktisch klemmt es noch – doch was kann die GPU theoretisch? Wir haben uns die Architektur-Blockdiagramme genauer angesehen.

Chinas beste Gaming-GPU erinnert an Nvidias Turing – wenn man vom Fehlen der Raytracing-Rechenwerke absieht. Der grundlegende Aufbau, bei dem große Module sich in kleinere verzweigen, ist bei allen GPU-Schmieden ähnlich. Moore Threads hat nicht etwa in Rekordzeit eine brandneue Architektur erschaffen, sondern ist ein Lizenznehmer von Imagination Technologies. Die öffentlichen Details und Dokumentationen deuten auf deren BXT-Design in der MC8-Variante hin, welche MTT als ihren Chunxiao umsetzt. Der Chip besteht aus 8 MPCs, welche sich in 2 MPX untergliedern, von denen jeder 2 MPs beinhaltet. Pro MP sind 128 FP32-Einheiten vorhanden, woraus sich 4.096 Shader-Units ergeben. Im Schaubild rechts ist zu sehen, was noch alles in einem MP steckt: 32 zusätzliche INT32-Einheiten, ein großer Tensor-Kern, die Load-/Store-Units nebst Zwischenspeicher sowie (nicht zu sehen) zwei FP64-ALUs. Haben wir richtig gerechnet, stecken insgesamt nur 4 MiB L2-Cache im Kern, sodass die Abhängigkeit vom DRAM groß ausfällt. Noch schwerer dürfte die grobe Warp-Size von 128 Items wiegen, welche es sehr schwierig macht, die ALUs voll auszulasten.



Spezial-Leistungsindex mit allen GPUs

Leistungsindex GESAMT (alle 4 Settings)

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	100,0 (+209 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	84,9 (+162 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	80,1 (+147 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	53,4 (+65 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	50,6 (+56 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	48,2 (+49 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	41,1 (+27 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	40,1 (+24 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	36,4 (+12 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	32,4 (Basis)

Leistungsindex Full HD/1080p, mittlere Details

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	100,0 (+219 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	92,5 (+196 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	80,2 (+156 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	57,3 (+83 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	56,2 (+80 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	53,6 (+71 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	49,0 (+57 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	45,1 (+44 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	42,8 (+37 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	31,3 (Basis)

Leistungsindex Full HD/1080p, maximale Details

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	100,0 (+231 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	84,0 (+178 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	77,4 (+156 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	52,7 (+75 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	46,9 (+55 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	46,4 (+54 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	38,8 (+28 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	38,3 (+27 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	33,2 (+10 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	30,2 (Basis)

Leistungsindex WQHD/1440p, mittlere Details

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	100,0 (+189 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	85,1 (+146 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	83,4 (+141 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	53,6 (+55 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	53,1 (+53 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	48,2 (+39 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	42,1 (+22 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	39,6 (+14 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	38,0 (+10 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	34,6 (Basis)

Leistungsindex WQHD/1440p, maximale Details

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	100,0 (+199 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	79,5 (+138 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	78,0 (+134 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	50,6 (+51 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	45,9 (+37 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	44,4 (+33 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	36,7 (+10 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	35,1 (+5 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	33,4 (Basis)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	31,7 (-5 %)

System: Core i9-12900K (8 P-Cores) @ 5,2 GHz, Ring/Cache @ 4,9 GHz, Z690, 32 GiB DDR5-6400; Windows 11 x64
Bemerkungen: Je höher die Auflösung, desto (relativ!) besser die MTT S80. Die zusätzlichen Pixel helfen, die Auslastung der GPU zu steigern.

Indexpunkte
 ► Besser

te unterliegt in den allermeisten Fällen sowohl einer Geforce GTX 970 (Baujahr 2014), GTX 1060 (2016) und Radeon RX 580 (2017). Daran gibt es nichts zu rütteln, obwohl mit jedem Treiber einzelne Spiele fühlbar zulegen. Dota 2 wurde beispielsweise über Nacht um gut 20 Prozent beschleunigt – die Release Notes der MTT-Treiber sind realistisch.

Leistungssuche

Wenn Theorie (Rohleistung) und Praxis (Fps) derart auseinanderdriften, ist Ursachenforschung angesagt. Wir haben Tage und Nächte damit verbracht, geeignete Analyse-Tools zu finden, um die MTT S80 gezielt abzuklopfen. Die beschränkte API-Kompatibilität des Treibers vereitelte jedoch auch dieses Ansinnen – inklusive der einzigen Möglichkeit für die Karte, zu glänzen: Jeder existente PCI-Express-Test benötigt entweder DirectX 12 oder Vulkan, insofern bleiben wir Ihnen die schwindelerregenden Zahlen von PCIe 5.0 schuldig. Ähnliches gilt für den General-Purpose-Benchmark von AIDA64, welcher OpenCL nutzt. Somit fällt auch ein Test der Rechenleistung ins Wasser.

Doch wir haben weiter geforscht. Andere synthetische Tests sowie die offizielle Dokumentation der Architektur werfen etwas Licht ins Dunkel. Zwar gehen wir davon aus, dass der Treiber der größte Bremsklotz ist – Intel wurde nicht müde, die damit verbundenen Schwierigkeiten zu betonen –, doch auch die Hardware weist mehrere Flaschenhälse auf. Einige davon sind laienhaft überhaupt nicht zu identifizieren, etwa die Kompetenz des Schedulers oder inwiefern die Register zu den Rechenwerken passen. Flaschenhals #1 sehen wir beim Cache. Pro MPC (vergleichbar mit Nvidias GPCs) stehen 512 KiB Level-2-Cache bereit, was beim Vollausbau zu 4 MiB Cache führt. Das ist sehr wenig für eine derart breite GPU. Als nächste und letzte Speicherstufe fungiert der DRAM – und dieser ist im Verhältnis sehr langsam. Hinzu gesellt sich Flaschenhals #2: die Wave-Size (auch „Warp“ genannt). Dabei handelt es sich um die Größe der Instruktionspakete, die auf die Rechenwerke der GPU verteilt werden. Je größer dieses „Körbchen“, desto schwieriger wird es, genügend Items dafür zu finden. Fehlen diese Auf-

gaben für die Shader-ALUs, laufen diese leer. Weshalb die MUSA-Architektur 128-wide arbeitet, ist unbekannt. Dies wirkt selbst für eine reine Compute-Architektur nicht optimal, da schwer auszulasten, und Spiele sind für ihre vielen kurzen Instruktionen bekannt. Folgerichtig brachte der Wechsel von 64-wide auf 32-wide bei AMD, von GCN auf RDNA vollzogen, eine deutlich bessere Auslastung. Die Wave/Warp Size von 32 pro Takt gilt seit Jahren als Standard für Gaming-GPUs.

Energie & Effizienz

Die schwache Auslastung hat auch etwas Gutes, wenngleich das ein schwacher Trost ist: Die offizielle Boardpower von 255 Watt wird beim Spielen niemals ausgereizt. Wir haben eine maximale Leistungsaufnahme von 232 Watt erreicht, bei der tatsächlich hin und wieder der GPU-Boost leicht sinkt – normalerweise beträgt dieser wie festgetackert 1.800 MHz. Mit durchschnittlich 160 Watt über alle Benchmarks erreicht die MTT S80 ein Effizienzniveau unterhalb einer Geforce GTX 970 und Radeon RX 580. Damit ist wohl alles gesagt.

Trotz der zahlreichen Kinderkrankheiten ist das gesamte Projekt hoch spannend und verdient Respekt. Die MTT S80 mag wackelig auf den Beinen sein, aber sie läuft. Noch fällt es schwer, in dieser vollständig in China gefertigten Grafikkarte eine Konkurrenz zu AMD, Intel und Nvidia zu sehen, doch das ist nur eine Frage der Zeit, sofern die Firma aus Peking am Ball bleibt. Apropos: Besuchen Sie am besten direkt unseren Youtube-Kanal für das Testvideo zur Moore Threads MTT S80, in dem wir viele weitere Punkte erläutern, für die hier kein Platz war. (rv)

Fazit

PCGH

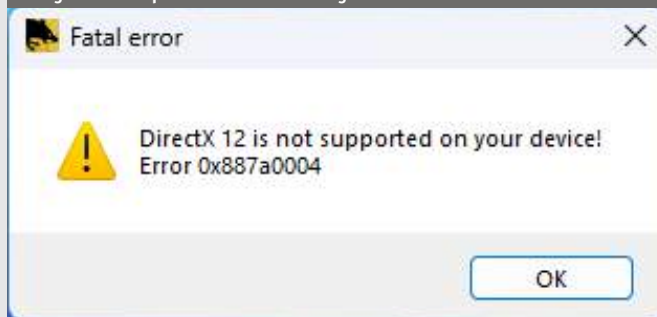
Ein weiter Weg

Die Moral von der Geschichte? Einfach ist das Grafikbusiness nicht. AMD und Nvidia haben nicht nur einen jahrzehntelangen Vorsprung bei der GPU-Entwicklung, sondern auch beim Treiber-Know-how. Moore Threads hat noch einen Berg an Arbeit vor sich. Wir sind gespannt, wann bzw. ob der Gipfel erreicht wird.

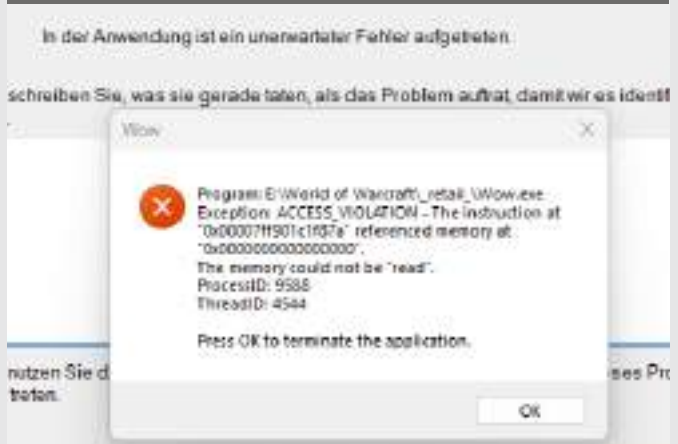
Pleiten, Pech & Pannen

Wir sind uns bewusst, dass wir uns in diesem Artikel wiederholen, allerdings handelt es sich um die Kernaussage: Die Qualität einer Grafikkarte steht und fällt mit dem Treiber. Von den Abenteuern mit Intels Arc gestählt, kann uns so schnell nichts erschüttern, Moore Threads ist es dennoch gelungen. Über den Mangel an Raytracing sehen wir bei einem Erstlingsprodukt gern hinweg – wenn wenigstens die Grundfunktionen laufen würden. Zwar bessert MTT fleißig mit jedem Treiber nach, das Fundament bleibt jedoch wackelig und unzuverlässig. Support für die Lower-Level-Schnittstellen DirectX 12 und Vulkan fehlt vollständig. Die steinalten Windows-APIs DirectX 9, 10 und 11 funktionieren prinzipiell, allerdings mit unzähligen Ausnahmen. Niemals zuvor bekamen wir beim Abstecken der Spieltests derart viele Fehlermeldungen entgegengeschmettert wie hier. Startet ein Spiel, ist das nur der erste Teilerfolg, nicht selten folgen Grafikfehler oder miserable Performance – in vielen Fällen gleichzeitig. Intel gab einst zu Protokoll, dass dies auch an unzähligen Hacks liegt: Viele Spiele-Entwickler befolgen das API-Lehrbuch nicht, sodass selbst ein theoretisch perfekter Treiber nicht alles „versteht“.

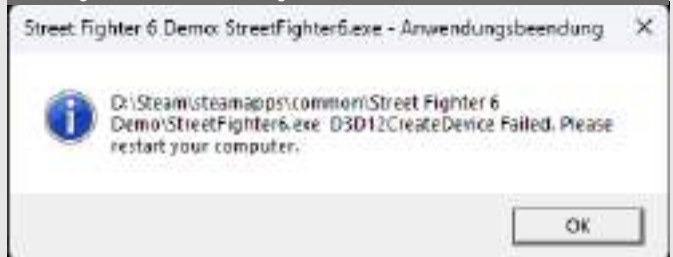
A Plague Tale: Requiem: DirectX 12 benötigt



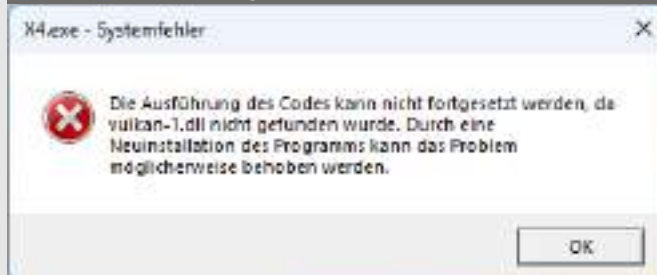
WoW: Das Ändern einiger Grafikoptionen (wie Triple Buffering) führt zum Absturz



Street Fighter 6: DirectX 12 benötigt



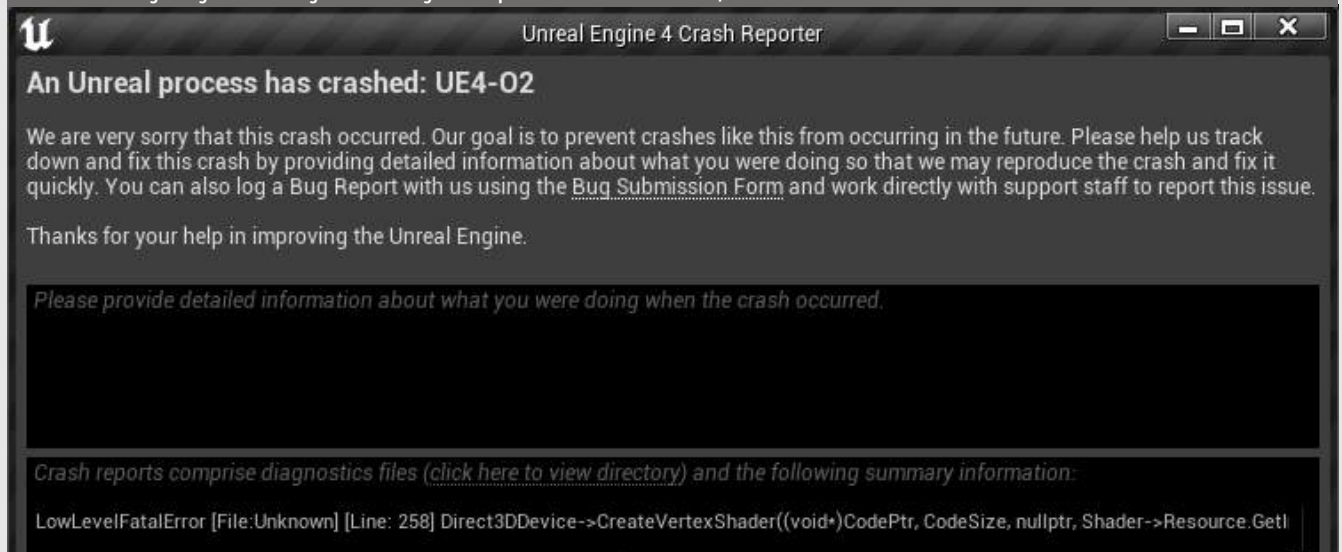
X4 Foundations: Vulkan benötigt



The Talos Principle: Warnmeldung (läuft anschließend mit Grafikfehlern)



Outcast A New Beginning: Obwohl einige UE4- und sogar UE5-Spiele unter DirectX 11 laufen, ist hier nichts zu holen.



Gaming-Leistung in Full HD (1.920 × 1.080) mit mittleren Details

Diablo 3, max. Details mit „Vollbild“-AA (FXAA) – „Tristram Gates“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	303	383,5 (+136 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	286	354,3 (+118 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	261	329,4 (+102 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	177	213,8 (+31 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	161	192,1 (+18 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	157	184,0 (+13 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	147	168,8 (+4 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	60	162,7 (Basis)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	121	143,6 (-12 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	116	136,1 (-16 %)

Dota 2, Qualität 3 von 4 mit 100 % Auflösung – „Botmatch“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	119	368,6 (+164 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	120	354,5 (+154 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	116	347,0 (+149 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	116	214,9 (+54 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	107	214,0 (+54 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	110	213,3 (+53 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	117	205,8 (+48 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	100	203,2 (+46 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	113	182,0 (+31 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	113	139,4 (Basis)

Yooka-Laylee, Preset good/gut mit FXAA – „Rollin“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	219	356,8 (+140 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	197	322,3 (+117 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	196	314,5 (+111 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	144	202,7 (+36 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	134	181,0 (+22 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	158	180,5 (+21 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	113	148,7 (Basis)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	106	135,6 (-9 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	105	132,2 (-11 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	103	129,2 (-13 %)

WoW, Qualität 5 von 10 mit CMAA1 – „Darkmaul Plains“

Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	195	301,8 (+316 %)
Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	180	274,7 (+278 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	174	203,7 (+181 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	126	163,5 (+125 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	118	152,8 (+110 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	117	145,5 (+100 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	135	144,8 (+99 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	105	130,2 (+79 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	85	104,3 (+44 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	66	72,6 (Basis)

Crysis, Preset medium/mittel ohne Anti-Aliasing – „Ice“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	219	246,1 (+65 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	218	245,4 (+65 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	214	242,4 (+63 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	213	242,2 (+63 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	206	228,5 (+53 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	204	227,7 (+53 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	189	224,7 (+51 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	184	219,6 (+47 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	162	189,0 (+27 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	121	148,9 (Basis)

F1 2020, Preset medium/mittel mit TAA – „Monaco“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	169	239,0 (+355 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	161	219,0 (+317 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	119	153,6 (+193 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	95	120,3 (+129 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	87	117,7 (+124 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	83	106,4 (+103 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	82	101,7 (+94 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	72	91,8 (+75 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	67	80,1 (+53 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	25,5	52,5 (Basis)

Trine 5, Preset medium/mittel mit TAA – „Prelude“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	195	210,6 (+454 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	187	205,8 (+442 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	112	120,9 (+218 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	109	115,9 (+205 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	100	104,9 (+176 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	90	96,8 (+155 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	92	96,3 (+153 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	83	87,6 (+131 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	68	71,0 (+87 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	21	38,0 (Basis)

Counter-Strike 2, Preset medium/mittel mit CMAA2 – „Ancient Smoke“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	125	195,4 (+305 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	131	187,1 (+287 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	117	183,5 (+280 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	98	115,1 (+138 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	88	106,4 (+120 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	84	99,5 (+106 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	77	93,2 (+93 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	77	89,5 (+85 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	73	84,6 (+75 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	32	48,3 (Basis)

Kaku: Ancient Seal, Preset medium/mittel mit TAA – „Tundra“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	128	153,3 (+889 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	84	102,3 (+560 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	86	100,1 (+546 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	57	65,3 (+321 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	50	59,3 (+283 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	46	54,2 (+250 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	43	52,6 (+239 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	37	45,7 (+195 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	36	44,3 (+186 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	15,5	15,5 (Basis)

Baldur's Gate 3, Preset medium/mittel mit TAA – „Putrid Bog“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	55	89,1 (+252 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	45	86,5 (+242 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	47	76,5 (+202 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	17	46,1 (+82 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	27	43,3 (+71 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	24	39,5 (+56 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	18	36,9 (+46 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	21	33,8 (+34 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	20	32,8 (+30 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	25,3	25,3 (Basis)

System: Intel Core i9-12900K (8 P-Cores) @ 5,2 GHz (Ring @ 4,9 GHz), Asus ROG Maximus Z690 Apex, 32 GiB G.Skill DDR5-6400; Windows 11 x64

Bemerkungen: Wenige Pixel decken die Probleme der MTT-Grafikkarte auf: Die Auslastung des Grafikprozessors ist mau, sodass die S80 fast immer auf dem letzten Platz landet – teils mit riesigem Abstand.

P1 Fps
Besser

Gaming-Leistung in WQHD (2.560 × 1.440) mit maximalen Details

Diablo 3, max. Details mit 8× MSAA – „Tristram Gates“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	173	204,3 (+176 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	150	171,8 (+132 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	111	127,7 (+72 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	100	115,4 (+56 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	93	104,5 (+41 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	70	78,7 (+6 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	71	78,4 (+6 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	68	75,0 (+1 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	24,5	74,1 (Basis)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	43	47,5 (-36 %)

Dota 2, maximale Details mit 100 % Auflösung – „Botmatch“

Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	110	200,4 (+134 %)
Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	113	199,8 (+134 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	113	177,3 (+107 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	106	119,0 (+39 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	106	117,3 (+37 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	94	103,4 (+21 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	75	85,5 (Basis)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	71	82,3 (-4 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	74	81,2 (-5 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	68	78,4 (-8 %)

Yooka-Laylee, Preset fantastisch/fantastisch mit FXAA – „Rollin“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	142	196,7 (+107 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	134	187,8 (+98 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	115	150,2 (+58 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	92	112,5 (+19 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	91	102,1 (+8 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	83	101,3 (+7 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	73	94,8 (Basis)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	64	75,2 (-21 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	63	74,1 (-22 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	61	71,8 (-24 %)

Crysis, maximale Details ohne Anti-Aliasing – „Ice“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	121	141,3 (+90 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	118	141,2 (+90 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	103	120,1 (+62 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	67	76,5 (+3 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	65	74,3 (Basis)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	59	70,2 (-6 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	61	69,3 (-7 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	48	56,0 (-25 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	46	53,3 (-28 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	45	51,6 (-31 %)

Trine 5, maximale Details mit TAA – „Prelude“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	111	117,7 (+358 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	90	97,5 (+279 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	81	84,9 (+230 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	61	64,4 (+151 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	55	58,1 (+126 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	49	50,9 (+98 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	45	48,5 (+89 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	44	46,2 (+80 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	39	41,3 (+61 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	14	25,7 (Basis)

WoW, maximale Details mit 4× MSAA – „Darkmaul Plains“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	79	88,0 (+197 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	56	63,4 (+114 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	52	58,7 (+98 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	45	51,9 (+75 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	39	45,3 (+53 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	34	38,0 (+28 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	31	35,6 (+20 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	26	29,7 (+0 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	25	29,6 (Basis)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	23,5	26,9 (-9 %)

F1 2020, maximale Details mit TAA – „Monaco“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	73	86,0 (+268 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	66	76,1 (+225 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	56	63,1 (+170 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	29	43,1 (+84 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	29	42,1 (+80 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	24	34,8 (+49 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	22,5	32,4 (+38 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	22	31,9 (+36 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	21	27,9 (+19 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	11	23,4 (Basis)

Kaku: Ancient Seal, maximale Details mit TAA – „Tundra“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	70	85,4 (+917 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	32	40,1 (+377 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	28	34,9 (+315 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	16	21,0 (+150 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	15	19,9 (+137 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	15	19,3 (+130 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	10	14,1 (+68 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	9	11,8 (+40 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	8,5	10,7 (+27 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	8,4	8,4 (Basis)

Counter-Strike 2, maximale Details mit 4× MSAA – „Ancient Smoke“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	70	81,7 (+268 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	54	66,5 (+200 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	50	61,1 (+175 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	33	40,1 (+81 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	31	36,8 (+66 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	28	33,8 (+52 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	27,5	32,8 (+48 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	21	25,8 (+16 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	20,5	24,5 (+10 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	13	22,2 (Basis)

Baldur's Gate 3, maximale Details mit TAA – „Putrid Bog“

Geforce RTX 3060 (~1,89 GHz, 15 GT/s, 12 GiB)	29	48,0 (+187 %)
Radeon RX 6600 (~2,46 GHz, 14 GT/s, 8 GiB)	22	44,0 (+163 %)
Arc A580 (~2,36 GHz, 16 GT/s, 8 GiB)	26	43,8 (+162 %)
Radeon RX 580 (~1,34 GHz, 8 GT/s, 8 GiB)	8,5	25,4 (+52 %)
Geforce GTX 1060 (~1,95 GHz, 8 GT/s, 6 GiB)	14	22,6 (+35 %)
Geforce GTX 970 (~1,29 GHz, 7 GT/s, 4 GiB)	11,5	19,6 (+17 %)
Arc A380 (~2,23 GHz, 15,5 GT/s, 6 GiB)	10	17,8 (+7 %)
Geforce GTX 1650 (~1,80 GHz, 8 GT/s, 4 GiB)	10,5	17,7 (+6 %)
Radeon RX 6400 (~2,26 GHz, 16 GT/s, 4 GiB)	8,5	17,1 (+2 %)
MTT S80 (~1,80 GHz, 14 GT/s, 16 GiB)	7	16,7 (Basis)

System: Intel Core i9-12900K (8 P-Cores) @ 5,2 GHz (Ring @ 4,9 GHz), Asus ROG Maximus Z690 Apex, 32 GiB G.Skill DDR5-6400; Windows 11 x64

Bemerkungen: Es lebt! Die anspruchsvollste unserer vier Benchmark-Einstellungen lässt das Potenzial der MTT S80 aufblitzen, wenngleich sie auch hier weit hinter ihren theoretischen Möglichkeiten zurückbleibt.

P1 Fps
➤ Besser

Erfahrungsbericht von PCGHX-User Loeschzweg

Als technikbegeisterter Mensch mit Interessenschwerpunkt Grafikkarte war ich natürlich sofort an Bord, als ich Anfang 2023 die Chance hatte, eine dieser ominösen Moore-Threads-Grafikkarten aus China zu kaufen. Wie der gute Raff bin ich ebenfalls ein „alter Hase“ und habe mich gleichermaßen durch die 3D-Historie geackert – inklusive unzähliger Hard- und Softwareprobleme. Mir war schon klar, auf was ich mich da einlasse, und als Nutzer von Intel-IGPs ist man hinsichtlich Spielenunterstützung sowieso Kummer gewohnt.

Erste Schritte, Anfang 2023

Die Inbetriebnahme der MTT S80 auf einem Asrock B560M-HDV verlief problemlos, auch wenn der Grafiktreiber das Board nicht explizit als unterstützt aufzählt. Zuvor hatte ich lediglich rBAR und 4G-Decoding im UEFI aktiviert. Dank Übersetzer am Smartphone war auch das PES-200.2-Treiberpaket, datiert auf den 30.12.2022, schnell installiert. Hwinfo und GPU-Z erkennen die Grafikkarte noch nicht, aber immerhin bestätigte Hwinfo aktives rBAR und der GPU-Z-Rendertest funktioniert. Das Treibermenü liefert Messwerte für Temperatur, Leistungsaufnahme, Fps und so weiter. Soweit kein schlechter Start. Das DirectX-Diagnoseprogramm gibt Unterstützung für D3D9 bis D3D11 mit FL11_1 aus, von OpenGL, OpenCL, Vulkan oder gar DX12 fehlt aber jede Spur. Ein Test mit dem Tool „Trianglebin“ zeigt, die GPU verwendet einen Tile-Based Rasterization Ansatz – ein Hinweis auf die verwendete „B-Series“-Architektur von Imagination Technologies.

Die Karte beherrscht keine Tessellation: Egal, ob Unigine Heaven, 3D Mark 11, FFXIV Endwalker oder der Stone Giant Benchmark: alles stürzt ab, sobald Tessellation aktiv und nicht abwählbar ist. Stone Giant meldet sogar eindeutig „Tessellation not supported“. Auf diesen ersten Dämpfer folgen unzählige weitere Probleme. Der Treiber hat Schwierigkeiten mit der Vollbildskalierung, was zum Absturz von Programmen führen kann, wenn

nicht die Desktopauflösung vorliegt. D3D11-Anwendungen laufen häufig mit fehlerhafter Farbdarstellung, was sich aber durch einen Wechsel zum Desktop und zurück beheben lässt. Die Auslastung der GPU ist allgemein sehr schlecht und liegt meist zwischen 45-65 %. Von ihrer theoretischen FP32-Leistung kann die Grafikkarte in Spielen und Benchmarks nichts zeigen. Auch offiziell unterstützte Titel laufen nicht rund, so muss bei FFXIV unbedingt Tessellation deaktiviert und die Qualität von SSAO verringert werden, andernfalls läuft das Spiel nicht oder stürzt nach kurzer Zeit ab. Dota 2? Läuft nicht! But can it run Crysis? Yes, it can, aber nur unter D3D9. Erst mit einem späteren Treiber lässt sich das Spiel auch in D3D10-Optik bestaunen.

Generell ist das Look & Feel der MTT-Karte aber positiv. Die Verarbeitungsqualität ist top, das Design elegant und das Treibermenü schön übersichtlich gestaltet. Aber es hapert an API- und Softwareunterstützung. Auch macht es den Eindruck, als käme die MTT S80 teilweise sehr schlecht mit geometriellastiger Szenerie und vielen Objekten klar, die Leistung fällt hier oft ins Bodenlose.

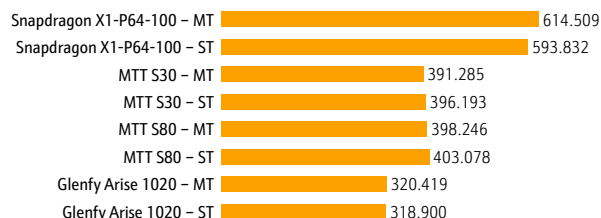
Treiber-Fortschritte

Seit der Veröffentlichung der Karte schiebt MTT beständig neue Treiber mit Fehlerkorrekturen nach. Mit dem PES 201.21 (Februar 2023) wurden etwa die Vollbildskalierung und fehlerhafte Farbdarstellung gefixt, Audioprobleme über HDMI behoben und die Performance in Crysis mit dem D3D9-Pfad gesteigert. Weitere Leistungssteigerungen gab es auch beim Heaven-Benchmark, dieser legte ohne Kantenglättung um 18 Prozent und mit 8x MSAA um sieben Prozent zu. FFXIV Endwalker läuft dank dieses Treibers schneller, stabiler und inkl. HBAO+. Der PES 211.30 (Mai 2023) liefert endlich Tessellation-Unterstützung, wenn auch nur in wenigen Fällen wie der DX11-SDK-Demo stabil. Die meisten Spiele und Anwendungen stürzen weiterhin bei aktivierter Tessellation ab. Trotzdem hat sich unter DX11

Spezial-Grafikkarten-Benchmarks (Full HD)

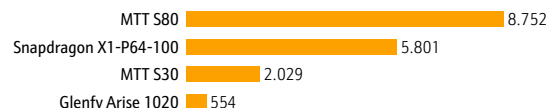
3D Mark – API Overhead Test (DX11)

Drawcalls/s ► Besser



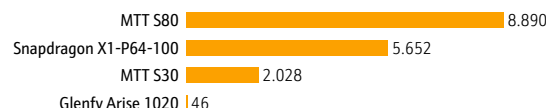
3D Mark – Fire Strike (DX11)

Graphics Score ► Besser



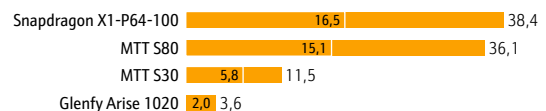
FFXIV Endwalker, Preset „Maximum“ (DX11)

Punktzahl ► Besser



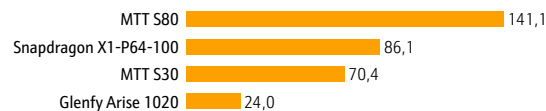
Unigine Heaven Benchmark 4.0 (DX11)

Min. / Ø Fps ► Besser



X3 Terran Conflict Benchmark, max. Details (DX9)

Ø Fps ► Besser



System #1: Intel Core i5-11400, jeweils aktuelle Grafiktreiber, Windows 11 x64
System #2: Surface Laptop 7 mit Snapdragon X1-P64-100, ARM64

Siehe Benchmark

viel getan, immer mehr Anwendungen lassen sich starten. Im November 2023 veröffentlicht MTT das PES-230.40-Paket, mit dem Tessellation stabil läuft und Benchmarks wie der Unigine Heaven und der 3D Mark 11 in voller Grafikpracht genossen werden können.

Auch wenn die Sprünge bei der Treiberentwicklung nicht gigantisch sind und die Bausteine groß bleiben (Low-Level APIs, wo seid ihr?), das Team von Moore Threads liefert konstant Verbesserungen ab. Von Februar (PES 250.60) bis August 2024 (PES 270.80) wurde die Spieleunterstützung weiter ausgebaut und an der Leistung gefeilt. Zum Beispiel legt zwischen beiden Treibern der Firestrike um 20 Prozent zu und FFXIV Endwalker sogar um satte 30 Prozent. Die Release-Notes sprechen teils von 150 Prozent Stei-

gerung in vereinzelt Titeln! Mit dem jüngsten Beta-Treiber lässt sich sogar Black Myth: Wukong spielen (siehe Short auf dem PCGH-YouTube-Kanal) und auch offizielle Unterstützung für Windows 11 sowie OpenGL 4.0 kam nun hinzu. International konkurrenzfähig ist die MTT S80 damit noch lange nicht, für einen begrenzten Umfang im Heimatland möglicherweise aber gerade gut genug. Mir persönlich macht es darüber hinaus einfach Spaß, über den Tellerrand zu schauen und den Fortschritt mitzuerfolgen.

Apropos Tellerrand: Als kleines Extra gibt es hier einen Vergleich zwischen der MTT S80, dem kleinen Bruder MTT S30 (1/4 der Shader einer S80), einer Glenfly Arise 1020 und einem Qualcomm Snapdragon X Plus mit Adreno 741. (ds)

VOLL ABRÄUMEN!

JETZT PCGH TESTEN

**ÜBER
50%
SPAREN** **NUR
14,50
EUR!**



- **3 PRINT-AUSGABEN**
DRUCKFRISCH **FREI HAUS**
- **3 DIGITAL-AUSGABEN** GRATIS
- **WERBE- UND TRACKINGFREI**
AUF **PCGH.DE** SURFEN
- INKLUSIVE **ZUGRIFF** AUF
ALLE **PCGH-PLUS**-ARTIKEL
- PLUS **ATTRAKTIVE PRÄMIE**

WWW.PCGH.DE/PROBEABO

PCGH-ABO? DESWEGEN!

- MEGA PREISVORTEILE
- KEINE AUSGABE VERPASSEN
- KEIN RISIKO, DA
JEDERZEIT KÜNDBAR
- FRÜHER BEI EUCH ALS AM KIOSK
- KOSTENLOSE ZUSTELLUNG PER POST

Prozessoren

AMD- und Intel-Prozessoren, Updates zum CPU-Index

www.pcgameshardware.de/cpu

Ryzen 9700X/9600X mit 105 Watt TDP im Test

Mit AGESA ComboAM5Pi v1.2.0.2 liefert AMD die Option auf eine höhere TDP bei Ryzen 7 9700X und Ryzen 5 9600X und verspricht bis zu 15 Prozent mehr Leistung. Wir haben uns mit einer Beta-Version Zugang zum „TDP-Boost“ verschafft und halten die Auswirkungen in Spielen und Anwendungen fest.

Erst jüngst haben es die Spatzen von den Dächern geffiffen: AMD wird im Zuge des kommenden AGESA ComboAM5Pi v1.2.0.2 eine Funktion bereitstellen, welche die TDP-Klasse von Ryzen 7 9700X und Ryzen 5 9600X von 65 auf 105 Watt erhöht. Es sind bereits Beta-Versionen jener UEFIs erschienen, doch diese sind explizit auf eigene Gefahr zu betreiben. Wir haben uns Version 7D69v1J2 mit AGESAPi v1.2.0.1 für unser AM5-Referenz-Mainboard MSI X670E Ace geschnappt und Vergleichsmessungen durchgeführt. Kuriose Anekdote: Die Downloadgröße der UEFI-Datei beträgt 13,37 MiByte. Wir testen also in Erwartung e-„leet“-ärer Leistung.

Ein Hinweis in eigener Sache: Dieser kleine Artikel ist vor den Nachtests in dieser Ausgabe zu den Ryzen-9000-Prozessoren entstanden, die durch das Update KB5041587 an Leistung hinzugewonnen haben. Wir haben somit die „alten“ Daten für den Vergleich verwendet. Wir bitten um Verständnis, denn dieser Spagat, den AMD hier veranstaltet, ist alles andere als gewöhnlich und verlangt uns sehr viel Zeit ab.

Die neuen TDP-Klassen sind zum Vergleich in der Tabelle abgedruckt; sie definieren bei Ryzen gleich drei Parameter: PPT, EDC und TDC. All diese Werte werden durch die Anpassung der TDP verändert und erhöht, sodass die CPU in der Lage ist, die höheren Limits auszuschöpfen. Eine Mehrleistung dadurch stellt sich jedoch nur ein, wenn zuvor eines der Limits erreicht wurde. Das ist gerade bei Spielen (Teillast) nicht immer der Fall und eher etwas für parallelisierte Anwendungen. Wir haben beides getestet und die Ergebnisse im Spezial-CPU-Index zusammengefasst.

Grundsätzlich lässt sich schon einmal festhalten: Mit einer TDP von 105 statt 65 Watt sind Ryzen 7 9700X und Ryzen 5 9600X immer schneller in Spielen unterwegs – die Unterschiede sind allerdings so marginal, dass uns die Ungenauigkeit beim Messen oft mehr Leistung gekostet hat, als der TDP-Boost an Mehrleistung bringt. Für Spiele ist diese Funktion praktisch nichts wert, es bringt nicht einmal drei Prozent mehr Leistung.

In den Anwendungstests sind die Unterschiede beim Achtkerner Ryzen 7 9700X zumindest messbar. Wir wissen jetzt jedenfalls, woher AMD die 15 Prozent Mehrleistung gegenüber dem 65-Watt-Setting des 9700X in den Marketing-Folien aus dem Hut gezaubert hat: Bei Cinebench R23 haben wir einen Unterschied von 13 Prozent gemessen.



Normierte Spiele- und Anwendungsleistung

Normierte, durchschnittliche Leistung in Prozent

Ryzen 7 9700X 105 Watt (Spiele)	100,0 (+1 %)
Ryzen 7 9700X 105 Watt (Anwendungen)	100,0 (+5 %)
Ryzen 7 9700X 65 Watt (Spiele)	99,0 (Basis)
Ryzen 7 9700X 65 Watt (Anwendungen)	95,0 (Basis)
Ryzen 5 9600X 105 Watt (Spiele)	100,0 (+2 %)
Ryzen 5 9600X 105 Watt (Anwendungen)	100,0 (+2 %)
Ryzen 5 9600X 65 Watt (Spiele)	98,0 (Basis)
Ryzen 5 9600X 65 Watt (Anwendungen)	98,0 (Basis)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell
Bemerkungen: Basis ist jeweils die Standard-Konfiguration (ab Werk). Die Unterschiede sind marginal.

Prozent
➤ Besser

Die Auswirkungen bleiben jedoch gering und beim Ryzen 5 9600X muss man sie mit der Lupe suchen.

Generell lässt sich die Leistung mit 105 Watt TDP etwas steigern. Die

ermittelten Zahlen liefern eine Antwort darauf, warum AMD die Limits zum Vorgänger so stark senken konnte: Höhere Werte liefern kaum Mehrleistung. Der Sechskerner Ryzen 5 9600X legt mit 105 Watt TDP im Schnitt zwei, der Achtkerner Ryzen 7 9700X drei Prozent an Leistung zu, während sich die Fps pro Watt im gleichen Maße verringern. Da muss man die Funktion an sich schon infrage stellen, zumal es vorher bereits jederzeit durch Precision Boost Overdrive im UEFI möglich war, die Limits an seine Wünsche anzupassen. (dn)

TDP-Klassen bei Ryzen 9000 im Vergleich

CPU	TDP	PPT (Maximales Power-Limit)	EDC (Maximale Stromstärke, kurzfristig)	TDC (Maximale Stromstärke, dauerhaft)
AMD Ryzen 7 9700X	105 Watt	142 Watt	170 Ampere	110 Ampere
AMD Ryzen 7 9700X	65 Watt	88 Watt	150 Ampere	75 Ampere
AMD Ryzen 5 9600X	105 Watt	142 Watt	170 Ampere	110 Ampere
AMD Ryzen 5 9600X	65 Watt	88 Watt	150 Ampere	75 Ampere

Prozessor-Leistungsindex

Preis-/Leistungsindex Effizienz-Index (Spiele-Verbrauch) Gesamtindex Spiele Anwendungen

BESSER ►
Normierte Leistung

AMD Ryzen 9 7950X3D 5,1 GHz – 16c/32t – So. AM5 32,6 % – 550 € 87,9 % – 67 W	86,8 % BG3: 135 FMS: 173 LotF: 113 O2: 60 7ZIP-D: 223887 CB24: 1996 DG2: 175 GoT: 137 STAR: 117 CP77: 113 HAND: 122 VRAY6: 39276 F1 24: 143 HFW: 141 ANNO: 158 7ZIP-K: 142425 CB23: 35990 CORO: 11916	AMD Ryzen 7 7700X 5,4 GHz – 8c/16t – So. AM5 49,4 % – 270 € 58,1 % – 77 W	59,9 % BG3: 90 FMS: 126 LotF: 89 O2: 44 7ZIP-D: 128739 CB24: 1134 DG2: 130 GoT: 116 STAR: 104 CP77: 91 HAND: 150 VRAY6: 21308 F1 24: 124 HFW: 138 ANNO: 119 7ZIP-K: 91927 CB23: 20022 CORO: 6596
AMD Ryzen 9 9950X 5,1 GHz – 16c/32t – So. AM5 27,7 % – 660 € 59,7 % – 116 W	100,0 % BG3: 103 FMS: 152 LotF: 100 O2: 53 7ZIP-D: 234182 CB24: 2260 DG2: 153 GoT: 118 STAR: 111 CP77: 99 HAND: 103 VRAY6: 49149 F1 24: 135 HFW: 166 ANNO: 130 7ZIP-K: 158009 CB23: 41953 CORO: 14976	Intel Core i7-12700K 4,70/3,60 GHz – 8p+4e/20t – So. 1700 63,0 % – 205 € 42,5 % – 111 W	58,2 % BG3: 84 FMS: 121 LotF: 86 O2: 48 7ZIP-D: 107486 CB24: 1141 DG2: 128 GoT: 103 STAR: 100 CP77: 89 HAND: 153 VRAY6: 19944 F1 24: 117 HFW: 130 ANNO: 117 7ZIP-K: 82542 CB23: 22352 CORO: 7046
Intel Core i9-14900K 5,70/4,40 GHz – 8p+16e/32t – So. 1700 33,4 % – 530 € 56,4 % – 127 W	86,9 % BG3: 110 FMS: 161 LotF: 109 O2: 69 7ZIP-D: 187533 CB24: 1882 DG2: 169 GoT: 112 STAR: 118 CP77: 109 HAND: 114 VRAY6: 31643 F1 24: 157 HFW: 172 ANNO: 142 7ZIP-K: 143873 CB23: 38492 CORO: 11404	AMD Ryzen 7 5800X3D 4,45 GHz – 8c/16t – So. AM4 33,7 % – 370 € 56,2 % – 76 W	46,3 % BG3: 104 FMS: 134 LotF: 111 O2: 50 7ZIP-D: 107409 CB24: 866 DG2: 148 GoT: 115 STAR: 97 CP77: 98 HAND: 201 VRAY6: 14403 F1 24: 122 HFW: 138 ANNO: 121 7ZIP-K: 85740 CB23: 14337 CORO: 4703
Intel Core i9-13900K 5,50/4,30 GHz – 8p+16e/32t – So. 1700 34,1 % – 500 € 52,5 % – 126 W	81,9 % BG3: 109 FMS: 155 LotF: 103 O2: 68 7ZIP-D: 164287 CB24: 1744 DG2: 177 GoT: 115 STAR: 116 CP77: 106 HAND: 122 VRAY6: 29268 F1 24: 156 HFW: 161 ANNO: 142 7ZIP-K: 139179 CB23: 36738 CORO: 10628	Intel Core i5-14600 4,80/3,90 GHz – 6p+8e/20t – So. 1700 46,9 % – 270 € 66,7 % – 66 W	54,1 % BG3: 88 FMS: 134 LotF: 86 O2: 59 7ZIP-D: 98562 CB24: 941 DG2: 136 GoT: 104 STAR: 94 CP77: 84 HAND: 182 VRAY6: 15697 F1 24: 120 HFW: 132 ANNO: 104 7ZIP-K: 93766 CB23: 18261 CORO: 5426
Intel Core i7-14700K 5,50/4,30 GHz – 8p+12e/28t – So. 1700 41,9 % – 400 € 52,3 % – 124 W	78,7 % BG3: 107 FMS: 157 LotF: 107 O2: 67 7ZIP-D: 166399 CB24: 1641 DG2: 168 GoT: 111 STAR: 117 CP77: 108 HAND: 120 VRAY6: 28228 F1 24: 155 HFW: 165 ANNO: 142 7ZIP-K: 133191 CB23: 33535 CORO: 9950	Intel Core i5-12600K 4,50/3,40 GHz – 6p+4e/16t – So. 1700 63,3 % – 185 € 49,0 % – 78 W	51,4 % BG3: 77 FMS: 115 LotF: 80 O2: 45 7ZIP-D: 86277 CB24: 992 DG2: 122 GoT: 97 STAR: 92 CP77: 79 HAND: 174 VRAY6: 16575 F1 24: 102 HFW: 125 ANNO: 104 7ZIP-K: 69858 CB23: 17657 CORO: 5396
Intel Core i7-13700K 5,30/4,20 GHz – 8p+8e/24t – So. 1700 47,4 % – 335 € 48,5 % – 125 W	70,8 % BG3: 108 FMS: 157 LotF: 105 O2: 65 7ZIP-D: 153297 CB24: 1398 DG2: 166 GoT: 116 STAR: 117 CP77: 106 HAND: 127 VRAY6: 24374 F1 24: 149 HFW: 161 ANNO: 138 7ZIP-K: 120894 CB23: 28537 CORO: 8554	AMD Ryzen 5 5600X3D 4,35 GHz – 6c/12t – So. AM4 37,4 % – 300 € 54,4 % – 69 W	39,5 % BG3: 105 FMS: 129 LotF: 93 O2: 48 7ZIP-D: 84073 CB24: 669 DG2: 138 GoT: 101 STAR: 93 CP77: 90 HAND: 174 VRAY6: 11034 F1 24: 113 HFW: 130 ANNO: 111 7ZIP-K: 70987 CB23: 11202 CORO: 3618
AMD Ryzen 9 7950X 5,5 GHz – 16c/32t – So. AM5 35,2 % – 470 € 55,9 % – 102 W	90,1 % BG3: 93 FMS: 131 LotF: 89 O2: 45 7ZIP-D: 239613 CB24: 2037 DG2: 136 GoT: 121 STAR: 101 CP77: 91 HAND: 116 VRAY6: 41052 F1 24: 141 HFW: 144 ANNO: 124 7ZIP-K: 134397 CB23: 38890 CORO: 13097	AMD Ryzen 5 7500F 4,85 GHz – 6c/12t – So. AM5 78,2 % – 145 € 69,6 % – 52 W	48,4 % BG3: 85 FMS: 116 LotF: 81 O2: 40 7ZIP-D: 94924 CB24: 835 DG2: 120 GoT: 95 STAR: 86 CP77: 78 HAND: 191 VRAY6: 15298 F1 24: 103 HFW: 127 ANNO: 105 7ZIP-K: 75097 CB23: 14297 CORO: 4790
AMD Ryzen 7 7800X3D 5 GHz – 8c/16t – So. AM5 38,2 % – 400 € 100,0 % – 49 W	57,4 % BG3: 132 FMS: 164 LotF: 119 O2: 61 7ZIP-D: 123077 CB24: 1086 DG2: 179 GoT: 145 STAR: 122 CP77: 119 HAND: 157 VRAY6: 20375 F1 24: 141 HFW: 175 ANNO: 138 7ZIP-K: 99886 CB23: 18429 CORO: 6286	Intel Core i5-14400 4,10/3,30 GHz – 6p+4e/16t – So. 1700 45,6 % – 230 € 56,8 % – 63 W	43,6 % BG3: 73 FMS: 113 LotF: 75 O2: 43 7ZIP-D: 69692 CB24: 726 DG2: 119 GoT: 88 STAR: 82 CP77: 70 HAND: 219 VRAY6: 12595 F1 24: 97 HFW: 112 ANNO: 95 7ZIP-K: 64649 CB23: 13421 CORO: 4216
AMD Ryzen 9 9900X 5,2 GHz – 12c/24t – So. AM5 34,6 % – 470 € 60,5 % – 97 W	85,6 % BG3: 100 FMS: 144 LotF: 95 O2: 49 7ZIP-D: 184220 CB24: 1805 DG2: 140 GoT: 115 STAR: 93 CP77: 88 HAND: 110 VRAY6: 38612 F1 24: 130 HFW: 158 ANNO: 119 7ZIP-K: 135541 CB23: 32933 CORO: 11679	Intel Core i9-11900K 5,1 GHz – 8c/16t – So. 1200 37,9 % – 275 € 32,2 % – 122 W	43,3 % BG3: 79 FMS: 110 LotF: 72 O2: 41 7ZIP-D: 83453 CB24: 727 DG2: 118 GoT: 78 STAR: 81 CP77: 73 HAND: 218 VRAY6: 13455 F1 24: 105 HFW: 112 ANNO: 96 7ZIP-K: 67975 CB23: 12899 CORO: 4224
Intel Core i5-13600K 5,10/3,90 GHz – 6p+8e/20t – So. 1700 55,4 % – 270 € 51,8 % – 104 W	64,7 % BG3: 102 FMS: 149 LotF: 104 O2: 63 7ZIP-D: 124393 CB24: 1284 DG2: 163 GoT: 114 STAR: 114 CP77: 105 HAND: 138 VRAY6: 21785 F1 24: 130 HFW: 161 ANNO: 134 7ZIP-K: 109093 CB23: 24047 CORO: 7627	Intel Core i5-12400F 4 GHz – 6p/12t – So. 1700 100,0 % – 100 € 59,9 % – 54 W	40,3 % BG3: 72 FMS: 112 LotF: 73 O2: 41 7ZIP-D: 60051 CB24: 644 DG2: 114 GoT: 81 STAR: 79 CP77: 71 HAND: 229 VRAY6: 11929 F1 24: 97 HFW: 114 ANNO: 94 7ZIP-K: 59283 CB23: 11680 CORO: 3791
AMD Ryzen 7 9700X 5 GHz – 8c/16t – So. AM5 40,6 % – 360 € 70,1 % – 82 W	66,0 % BG3: 99 FMS: 147 LotF: 97 O2: 48 7ZIP-D: 125721 CB24: 1217 DG2: 165 GoT: 120 STAR: 108 CP77: 98 HAND: 132 VRAY6: 24744 F1 24: 131 HFW: 161 ANNO: 126 7ZIP-K: 101981 CB23: 21041 CORO: 7487	Intel Core i9-10900K 4,9 GHz – 10c/20t – So. 1200 20,0 % – 490 € 33,2 % – 107 W	42,2 % BG3: 73 FMS: 102 LotF: 71 O2: 38 7ZIP-D: 94094 CB24: 808 DG2: 105 GoT: 70 STAR: 76 CP77: 70 HAND: 209 VRAY6: 12941 F1 24: 94 HFW: 101 ANNO: 87 7ZIP-K: 65468 CB23: 14474 CORO: 4905
AMD Ryzen 5 7600X3D 5,3 GHz – 6c/12t – So. AM5 41,8 % – 320 € 93,3 % – 49 W	47,3 % BG3: 123 FMS: 157 LotF: 110 O2: 53 7ZIP-D: 93402 CB24: 790 DG2: 165 GoT: 123 STAR: 108 CP77: 102 HAND: 196 VRAY6: 15082 F1 24: 137 HFW: 166 ANNO: 130 7ZIP-K: 81874 CB23: 13515 CORO: 4619	Intel Core i7-10700K 4,7 GHz – 8c/16t – So. 1200 39,6 % – 235 € 37,3 % – 85 W	38,9 % BG3: 70 FMS: 97 LotF: 69 O2: 35 7ZIP-D: 81738 CB24: 724 DG2: 98 GoT: 71 STAR: 76 CP77: 67 HAND: 230 VRAY6: 11597 F1 24: 90 HFW: 100 ANNO: 84 7ZIP-K: 62729 CB23: 12778 CORO: 3970
AMD Ryzen 9 7900 4,7 GHz – 12c/24t – So. AM5 41,9 % – 335 € 70,7 % – 81 W	69,2 % BG3: 90 FMS: 130 LotF: 85 O2: 43 7ZIP-D: 165346 CB24: 1426 DG2: 128 GoT: 116 STAR: 89 CP77: 82 HAND: 135 VRAY6: 26716 F1 24: 121 HFW: 141 ANNO: 114 7ZIP-K: 115516 CB23: 24616 CORO: 8191	Intel Core i5-10600K 4,5 GHz – 6c/12t – So. 1200 52,7 % – 150 € 35,0 % – 74 W	31,6 % BG3: 58 FMS: 89 LotF: 59 O2: 30 7ZIP-D: 60120 CB24: 535 DG2: 92 GoT: 61 STAR: 62 CP77: 56 HAND: 290 VRAY6: 8096 F1 24: 78 HFW: 93 ANNO: 80 7ZIP-K: 49683 CB23: 9298 CORO: 2877
Intel Core i9-12900K 4,90/3,70 GHz – 8p+8e/24t – So. 1700 46,2 % – 300 € 45,7 % – 115 W	64,6 % BG3: 88 FMS: 124 LotF: 90 O2: 51 7ZIP-D: 125961 CB24: 1352 DG2: 134 GoT: 104 STAR: 104 CP77: 91 HAND: 136 VRAY6: 22765 F1 24: 124 HFW: 137 ANNO: 119 7ZIP-K: 87283 CB23: 26875 CORO: 7942	Intel Core i7-4790K 4,2 GHz – 4c/8t – So. 1150 12,6 % – 400 € 26,8 % – 58 W	21,2 % BG3: 39 FMS: 62 LotF: 37 O2: 20 7ZIP-D: 32922 CB24: 292 DG2: 59 GoT: 35 STAR: 36 CP77: 32 HAND: 522 VRAY6: 4545 F1 24: 49 HFW: 61 ANNO: 39 7ZIP-K: 27149 CB23: 5110 CORO: 1606
AMD Ryzen 5 9600X 5,2 GHz – 6c/12t – So. AM5 46,7 % – 285 € 62,6 % – 76 W	57,4 % BG3: 100 FMS: 137 LotF: 94 O2: 47 7ZIP-D: 99676 CB24: 971 DG2: 143 GoT: 109 STAR: 92 CP77: 88 HAND: 149 VRAY6: 19812 F1 24: 121 HFW: 160 ANNO: 117 7ZIP-K: 84720 CB23: 17199 CORO: 6011		

Spiele im CPU-Index: Baldur's Gate 3, F1 24, Forza Motorsport, Ghost of Tsushima, Horizon Forbidden West, Lords of the Fallen 2023, Starfield, Star Wars Outlaws Anno 1800, Outcast – A New Beginning, Cyberpunk 2077, jeweils im CPU-Limit. **Anwendungen im CPU-Index:** 7-Zip-Benchmark, Handbrake, Cinebench R23 Single- und Multicore-Benchmark, Cinebench R24 Single- und Multicore-Benchmark, V-Ray Raytracing Benchmark und Corona 10 Raytracing Benchmark. **Preis-Leistungs-Index:** Finale Wertung abhängig von der erzielten Leistung im Verhältnis zum Tagespreis, normierte Werte; **Effizienz-Index:** Bezieht sich auf den Gesamt-Index, normierte Werte, 60/40 % Gewichtung Spiele/Anwendungen – Durchschnittliche Leistungsaufnahme der CPU allein in 11 Spielen, gerundet **System:** PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBar/SAM aktiviert, TDP-Lock (Intel Default), RAM nachstellervorgabe, Windows 11 Professional, TPM 2.0/Kernisolierung deaktiviert



AMD wird langsam schnell

Es war abzusehen, dass es im Bereich Ryzen 9000 noch Verbesserungen geben wird. Diese sind so weitreichend, dass wir alle (!) Ryzen-Prozessoren nachgetestet haben – mit spannenden Ergebnissen.

Als hätten wir es in der vorigen Ausgabe heraufbeschworen: Gerade mal einen Monat dauerte es, bis AMD zugegeben hat, dass die in der Ankündigung von Ryzen

9000 gezeigten Folien und Performance-Eindrücke intern bei AMD mit Windows 11 24H2 entstanden sind. Dieses Windows-Update hält unter anderem eine wichtige Än-

derung zum noch aktuellen 23H2 bereit: die Verbesserung der Branch Prediction (Sprungvorhersage). Sämtliche Launch-Reviews, was unseres einschließt, die ohne dieses Update entstanden sind, müssen also infrage gestellt werden. AMD ist die verbesserte Sprungvorhersage offenbar so wichtig gewesen, dass Sie Microsoft das passende Windows-Update auf 23H2 haben zurückportieren lassen. KB5041587, so die Kennung dieses Updates, ist nun für alle verfügbar, die noch 23H2 von Windows 11 nutzen. Wir

haben einige Stichproben mit und ohne KB5041587 durchgeführt und dabei schnell festgestellt, dass zweistellige prozentuale Unterschiede möglich sind. Das haben wir als Anlass genommen, Ryzen 9000 in Form von 9950X, 9900X, 9700X und 9600X noch eine zweite Chance zu geben und einen Nachtest durchzuführen. Ein netter Nebeneffekt des Windows-Updates ist es, dass auch andere Ryzen-Prozessoren bis hinunter zu Ryzen 5000 davon profitieren. Wir haben also auch diese für diesen Artikel nachgetestet.

Folgende Produkte finden Sie im Test

- AMD Ryzen 9 9950X
- AMD Ryzen 9 9900X
- AMD Ryzen 7 9700X
- AMD Ryzen 5 9600X



Ein kurzer Rückblick

Falls Sie erst mit dieser Ausgabe einsteigen, liefern wir Ihnen einen kurzen Überblick über Zen 5 und den Testkandidaten:

Der **Ryzen 9 9950X** ist eine 16-Kern-CPU mit zwei CCDs (jeweils acht Kerne) und einer TDP von 170 Watt. Das Topmodell boostet bis zu 5,7 GHz, während der Basistakt immer noch recht hohe 4,3 GHz beträgt. Der **Ryzen 9 9900X** ist eine 12-Kern-CPU mit zwei CCDs (jeweils sechs Kerne) und einer TDP von 120 Watt. Ihr Boost-Takt beträgt bis zu 5,6 GHz und der Basistakt hohe 4,4 GHz. Der **Ryzen 7 9700X** ist eine 8-Kern-CPU mit einem CCD und einer TDP von nur 65 Watt. Der Boost-Takt beträgt hier hohe 5,5 GHz bei einem relativ niedrigem Basistakt von 3,8 GHz. Der **Ryzen 5 9600X** ist eine 6-Kern-CPU mit einem CCD und

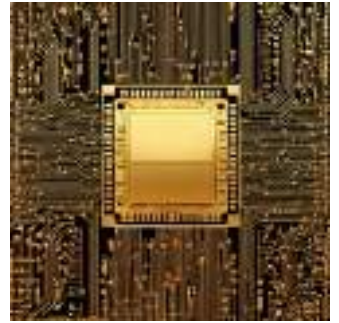
einer TDP von 65 Watt. Der Boost-Takt beträgt bis zu 5,4 GHz bei einem Basistakt von 3,9 GHz.

Allen Ryzen-9000-Prozessoren gemein ist die Unterstützung für bis zu DDR5-5600-Speicher (nur -3600 bei Vollbestückung) und 24 PCI-Express-5.0-Lanes. Sie sind alle auf den 600er-I/O-Hubs- und Chipsätzen lauffähig, sofern ein passendes BIOS vom Hersteller bereitsteht. Des Weiteren sitzt unter der Haube eine RDNA-2-IGP, die mit 128 FP32-ALUs jedoch nur für den Office-Einsatz gedacht ist. Es wird darüber hinaus ECC und ein freier Multiplikator unterstützt, zudem liefert AMD mit Ryzen 9000 neue OC-Funktionen, wie den Curve Shaper, welcher den Curve Optimizer erweitert und RAM-OC in Echtzeit durch das hauseigene Tool Ryzen Master. Die Nutzung erfolgt selbstredend auf eigene Gefahr.

Sprungvorhersage: Was ist das?

Die Branch Prediction ist ein wichtiger Teil der CPU-Architektur und maßgeblich für die Leistung moderner Prozessoren verantwortlich.

Im Gegensatz zu massiv parallelen Beschleunigern wie GPUs sind CPUs darauf optimiert, eine kleine Anzahl an Aufgaben mit minimaler Latenz zu bearbeiten, also möglichst viele Instruktionen *in Reihe* auszuführen. Mehrere Pipelines pro Kern sowie Kerne pro Prozessor sorgen zwar für etwas Parallelität, aber die *Befehlsabfolge* eines Programms ist nun einmal sequenziell, im Gegensatz zu den Pixeln eines Bildes. Eine GPU könnte so etwas nur langsam unter Nutzung einer einzelnen ihrer tausenden Recheneinheiten berechnen. Das Problem: Mangels drastisch höherer Taktraten können heutige CPUs das eigentlich auch kaum schneller als ihre Ahnen. *Eigentlich.*



Die Lösung sind Out-of-Order- und Speculative-Execution, welche seit dem ersten Pentium (respektive NexGens Nx686) maßgeblich zur Leistungssteigerung von x86-Prozessoren beitragen. Diese lesen den Programmcode über den aktuell anstehenden Befehl hinaus und berechnen künftig zu erwartende Befehle *spekulativ* vorab. Ruft das Programm den erwarteten Befehl tatsächlich auf, hat der Prozessor das Ergebnis „sofort“ parat. Der Knackpunkt dabei ist „erwartet“: Bei „[tue A] [tue B] [tue C]“, braucht es keine Spekulation. Häufig verweist der Code aber auf andere Abschnitte: „[tue A] [bei Ergebnis X *springe* zu #C] [tue B] [#*Sprungziel* C]“. Wenn „X“ auftritt, wird „B“ bei dieser Befehlskette nie aufgerufen, sondern direkt C. Solche Verzweigungen im Programmablauf soll die „Branch Prediction“ alias „Sprungvorhersage“ prognostizieren. Sie analysiert ältere Sprünge und sucht nach Mustern. Stellen Sie sich einen Trigger irgendwo in einem Level vor: Seine Status muss geprüft werden, aber in 99,999 Prozent der Frames wird ihn der Spieler nicht berühren. Die CPU kann den auszulösenden Programmcode vorhersehbar wieder und wieder überspringen.

Einige Ereignisse („Spieler steht endlich an der richtigen Stelle“) sind jedoch schwer vorhersehbar und das kostet viel Leistung. Moderne Prozessoren spekulieren teils dutzende Befehle in die Zukunft. Erweist sich ein Zweig als Irrweg, wird die Arbeit vieler Taktzyklen nutzlos. Schlimmer noch: Die Befehlsverarbeitung erfolgt in mehrstufigen Pipelines. So kann an Befehl B gerechnet werden, während Ergebnis A noch ausgegeben wird und die Daten für C bereits geladen werden. Je feiner die Einteilung, desto schneller ist jeder einzelne Schritt und desto höher der mögliche Takt. Aber bei jedem *Miss* der Sprungvorhersage muss die komplette Pipeline durchgespült und mit korrekten Daten neu befüllt werden. Danach dann dauerte es beispielsweise bei Netburst-B-CPU mit 31 Pipeline-Stufen ebenso viele Taktzyklen, bis nutzbare Ergebnisse vorlagen. Aktuelle CPUs sind weniger extrem, aber Fehlvorhersagen sorgen weiter dafür, dass der Prozessor in einem eigentlich für viele Berechnungen ausreichenden Zeitraum nur ein einziges verwertbares Ergebnis ausspuckt. Für gute Performance müssen derartige Fehler also auf ein Minimum beschränkt werden und jede neue CPU-Generation optimiert die Sprungvorhersage. Längst beansprucht sie mehr Silizium und Strom als die eigentlichen x86-ALUs. Im aktuellen Fall haben Microsoft und AMD auch einen Optimierungsansatz in Software gefunden. Details sind keine bekannt, vermutlich wurden aber häufig auftretende Code-Schleifen in Windows so vereinfacht, dass sie die AMD-Sprungvorhersage nicht mehr in die Irre führen – trotz allem ist diese ein primitiv arbeitendes Stück Technik, schließlich hat sie wortwörtlich keine Zeit für komplexe Prüfungen. (tv)

Baldur's Gate 3 – Baldurs Tor

1.280 × 720, maximale Details

AMD Ryzen 9 7950X3D	99	134,6 (+28 %)
AMD Ryzen 7 7800X3D	96	132,2 (+26 %)
AMD Ryzen 5 7600X3D	89	122,5 (+17 %)
Intel Core i9-14900K	81	110,4 (+5 %)
Intel Core i9-13900K	79	108,7 (+4 %)
Intel Core i7-13700K	78	108,3 (+3 %)
Intel Core i7-14700K	78	107,3 (+2 %)
AMD Ryzen 7 5800X3D	74	104,9 (Basis)
AMD Ryzen 9 9950X	77	102,8 (-2 %)
Intel Core i5-13600K	74	102,3 (-2 %)
AMD Ryzen 9 9900X	74	100,3 (-4 %)
AMD Ryzen 7 9700X	75	100,2 (-4 %)
AMD Ryzen 5 9600X	74	98,6 (-6 %)
AMD Ryzen 9 7950X	72	92,8 (-12 %)
AMD Ryzen 7 7700X	69	89,8 (-14 %)
Intel Core i9-12900K	64	88,0 (-16 %)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
Besser

Forza Motorsport – Benchmark

1.280 × 720, maximale Details, inkl. Raytracing

Intel Core i9-14900K	116	156,9 (+29 %)
Intel Core i9-13900K	113	156,3 (+28 %)
Intel Core i7-14700K	113	154,5 (+27 %)
Intel Core i7-13700K	105	148,5 (+22 %)
AMD Ryzen 9 7950X3D	102	142,8 (+17 %)
AMD Ryzen 7 7800X3D	99	141,0 (+16 %)
AMD Ryzen 5 7600X3D	98	137,0 (+12 %)
AMD Ryzen 9 9950X	98	134,8 (+11 %)
AMD Ryzen 7 9700X	94	131,1 (+8 %)
AMD Ryzen 9 7950X	97	130,4 (+7 %)
Intel Core i5-13600K	94	130,4 (+7 %)
AMD Ryzen 9 9900X	90	129,6 (+6 %)
Intel Core i9-12900K	88	123,9 (+2 %)
AMD Ryzen 7 7700X	90	123,7 (+1 %)
AMD Ryzen 7 5800X3D	74	121,9 (Basis)
AMD Ryzen 5 9600X	87	120,9 (-1 %)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
Besser

F1 24 – Las Vegas

1.280 × 720, maximale Details, inkl. Raytracing

AMD Ryzen 7 7800X3D	89	179,4 (+21 %)
AMD Ryzen 9 7950X3D	88	175,2 (+18 %)
Intel Core i9-13900K	101	170,7 (+15 %)
Intel Core i9-14900K	103	168,9 (+14 %)
Intel Core i7-14700K	102	167,7 (+13 %)
Intel Core i7-13700K	100	166,3 (+12 %)
AMD Ryzen 5 7600X3D	82	165,2 (+12 %)
Intel Core i5-13600K	96	162,8 (+10 %)
AMD Ryzen 9 9950X	81	153,2 (+4 %)
AMD Ryzen 7 5800X3D	69	148,0 (Basis)
AMD Ryzen 7 9700X	77	145,6 (-2 %)
AMD Ryzen 5 9600X	79	143,3 (-3 %)
AMD Ryzen 9 9900X	76	139,8 (-6 %)
AMD Ryzen 9 7950X	76	135,5 (-8 %)
Intel Core i9-12900K	83	133,8 (-10 %)
AMD Ryzen 7 7700X	72	129,9 (-12 %)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
Besser

Ghost of Tsushima – Golden Temple

1.280 × 720, maximale Details

AMD Ryzen 9 7950X3D	140	172,6 (+29 %)
AMD Ryzen 7 7800X3D	138	164,3 (+23 %)
Intel Core i9-14900K	135	161,0 (+20 %)
Intel Core i7-14700K	133	157,3 (+18 %)
AMD Ryzen 5 7600X3D	129	157,2 (+18 %)
Intel Core i7-13700K	124	156,8 (+17 %)
Intel Core i9-13900K	125	155,1 (+16 %)
AMD Ryzen 9 9950X	127	151,5 (+13 %)
Intel Core i5-13600K	119	148,5 (+11 %)
AMD Ryzen 7 9700X	124	147,3 (+10 %)
AMD Ryzen 9 9900X	118	144,3 (+8 %)
AMD Ryzen 5 9600X	116	136,8 (+2 %)
AMD Ryzen 7 5800X3D	110	133,7 (Basis)
AMD Ryzen 9 7950X	110	131,3 (-2 %)
AMD Ryzen 7 7700X	106	125,6 (-6 %)
Intel Core i9-12900K	93	123,9 (-7 %)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
Besser

Neue Regeln für 2-CCDler

Mit dem Erscheinen von Ryzen 9000 hat AMD den Chipsatztreiber überarbeitet, genauer den PPM-Treiber. Dieser ist eigentlich dafür vorgesehen, bei Ryzen-CPU's mit 3D-V-Cache und zwei CCDs die Last auf den korrekten CCD zu legen. Nutzen Sie jedoch den neuesten Chipsatztreiber, so wird diese Funktion auf alle Ryzen-CPU's mit zwei CCDs angewendet. Das bedeutet, dass auch 9950X, 9900X, 7950X, 7900X und so weiter das zweite CCD beim Spielen „parken“. Wenn das die Vorgabe von AMD ist, dann möchten wir dem nicht im Wege stehen. Achten Sie einmal in den Benchmarks darauf:

Die 12- und 16-Kerner werden wie 6- und 8-Kerner behandelt, takten jedoch etwas höher. Logischerweise müssten diese dann immer etwas schneller rechnen, doch manchmal kommen ihnen doch die anderen Kerne (im zweiten CCD) in die Quere, etwa bei Spielen, die gut mit Kernen skalieren. Die Lösung von AMD ist zwar nicht perfekt, in der Regel erfolgt das Parken der langsameren Kerne im zweiten CCD jedoch zuverlässig. Die eigentliche Lösung, um die Kommunikation zwischen zwei CCDs bei Teillast zu lösen, wäre ein größerer CCD mit 16 Kernen zu entwickeln. Wir schätzen, dass es mit Zen 6 („Ryzen X“) so weit sein könnte.

Mehr Performance für alle ...

... außer Intel-Prozessoren. Tatsächlich messen wir vor allem bei Ryzen 9000, jedoch auch älteren AMD-Prozessoren eine ordentliche Mehrleistung durch KB5041587. Jedenfalls hat Ihnen ein Blick auf die CPU-Startseite sicherlich schon verraten, dass es AMD mithilfe dieses Updates gelungen ist, die Krone an sich zurück zu „ryzen“: 7950X3D und 9950X liegen im Gesamt-Rating nun oberhalb des Intel Core i9-14900K. Das mögen nur ein paar wenige Prozent sein, doch die gibt es Gratis in Form eines Windows-Updates. Die Frage ist nur, warum das erst jetzt ausgeliefert wird und nicht schon zum Ryzen-

9000-Launch. Werfen wir einen Blick auf die Benchmarks, zeigt sich jedoch, dass die X3D-Prozessoren weiterhin das Mittel der Wahl bleiben, sofern mit dem PC gespielt werden soll. Ryzen 9000 kann zwar zulegen, ist der Konkurrenz in Form von Raptor Lake jedoch weiterhin oft unterlegen. Zumindest setzen sich die beiden Modelle Ryzen 9 9950X und Ryzen 7 9700X jetzt konsequent vom Ryzen 7 5800X3D ab, was vorher nicht der Fall war. Ein Ryzen 9 9900X dagegen wird beim Spielen vom Chipsatztreiber in Zukunft als „Sechskerner“ behandelt und fällt entsprechend langsamer aus. Zudem macht sich AMD selbst das Leben schwer, in-

Lords of the Fallen – Pieta

1.280 × 720, maximale Details

AMD Ryzen 7 7800X3D	127	175,0 (+27 %)
Intel Core i9-14900K	124	171,7 (+25 %)
AMD Ryzen 9 9950X	117	165,9 (+20 %)
AMD Ryzen 5 7600X3D	121	165,6 (+20 %)
Intel Core i7-14700K	120	164,6 (+19 %)
Intel Core i7-13700K	119	161,0 (+17 %)
AMD Ryzen 7 9700X	115	160,9 (+17 %)
Intel Core i9-13900K	120	160,9 (+17 %)
Intel Core i5-13600K	121	160,6 (+16 %)
AMD Ryzen 5 9600X	114	159,8 (+16 %)
AMD Ryzen 9 9900X	112	158,1 (+15 %)
AMD Ryzen 9 7950X	106	143,8 (+4 %)
AMD Ryzen 9 7950X3D	102	141,3 (+2 %)
AMD Ryzen 7 7700X	100	138,3 (+0 %)
AMD Ryzen 7 5800X3D	102	137,9 (Basis)
Intel Core i9-12900K	102	137,3 (0 %)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVC/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
► Besser

Star Wars Outlaws – Akiva

1.280 × 720, maximale Details, inkl. Raytracing, ohne RTXDI

AMD Ryzen 9 7950X3D	109	158,2 (+31 %)
AMD Ryzen 7 7800X3D	105	148,8 (+23 %)
Intel Core i9-14900K	109	142,4 (+18 %)
Intel Core i9-13900K	109	142,3 (+18 %)
Intel Core i7-14700K	108	142,1 (+18 %)
Intel Core i7-13700K	106	137,6 (+14 %)
Intel Core i5-13600K	102	134,0 (+11 %)
AMD Ryzen 5 7600X3D	87	130,4 (+8 %)
AMD Ryzen 9 9950X	95	129,6 (+7 %)
AMD Ryzen 7 9700X	94	125,5 (+4 %)
AMD Ryzen 9 7950X	89	124,1 (+3 %)
AMD Ryzen 7 5800X3D	84	120,6 (Basis)
AMD Ryzen 7 7700X	87	119,1 (-1 %)
Intel Core i9-12900K	87	118,9 (-1 %)
AMD Ryzen 9 9900X	88	118,6 (-2 %)
AMD Ryzen 5 9600X	85	117,0 (-3 %)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVC/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
► Besser

Starfield – Akila

1.280 × 720, maximale Details

AMD Ryzen 7 7800X3D	101	121,8 (+25 %)
Intel Core i9-14900K	92	118,2 (+22 %)
AMD Ryzen 9 7950X3D	90	117,2 (+21 %)
Intel Core i7-14700K	92	117,2 (+21 %)
Intel Core i7-13700K	91	116,9 (+20 %)
Intel Core i9-13900K	90	116,3 (+20 %)
Intel Core i5-13600K	92	114,2 (+17 %)
AMD Ryzen 9 9950X	88	111,2 (+14 %)
AMD Ryzen 7 9700X	85	107,7 (+11 %)
AMD Ryzen 5 7600X3D	84	107,6 (+11 %)
Intel Core i9-12900K	82	104,1 (+7 %)
AMD Ryzen 7 7700X	83	103,9 (+7 %)
AMD Ryzen 9 7950X	79	101,3 (+4 %)
AMD Ryzen 7 5800X3D	76	97,2 (Basis)
AMD Ryzen 9 9900X	74	92,8 (-5 %)
AMD Ryzen 5 9600X	74	92,0 (-5 %)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVC/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
► Besser

Anno 1800 – Mega City

1.280 × 720, maximale Details

Intel Core i9-14900K	55	69,3 (+39 %)
Intel Core i9-13900K	54	68,3 (+37 %)
Intel Core i7-14700K	53	66,6 (+34 %)
Intel Core i7-13700K	52	65,3 (+31 %)
Intel Core i5-13600K	50	62,8 (+26 %)
AMD Ryzen 7 7800X3D	42	61,4 (+24 %)
AMD Ryzen 9 7950X3D	43	60,4 (+22 %)
AMD Ryzen 9 9950X	41	53,4 (+7 %)
AMD Ryzen 5 7600X3D	39	53,2 (+7 %)
Intel Core i9-12900K	39	50,8 (+2 %)
AMD Ryzen 7 5800X3D	37	49,7 (Basis)
AMD Ryzen 9 9900X	37	49,3 (-1 %)
AMD Ryzen 7 9700X	36	48,4 (-3 %)
AMD Ryzen 5 9600X	35	47,3 (-5 %)
AMD Ryzen 9 7950X	34	44,8 (-10 %)
AMD Ryzen 7 7700X	33	43,5 (-12 %)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVC/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
► Besser

dem sie den Ryzen 5 7600X3D mit ins Rennen schicken. Da auch Ryzen 7000 vom Sprungvorhersage-Update profitiert, gelingt es dem 7600X3D durch den zusätzlichen 3D-V-Cache sich in Spielen durchschnittlich vor Ryzen 9000 zu setzen. Einige wenige Lichtblicke gibt es jedoch für Zen 5: In Lords of the Fallen 2023 erreicht ein Ryzen 9

9950X eine sehr hohe Leistung und nimmt es fast mit den Spitzenreitern Ryzen 7 7800X3D und Intel Core i9-14900K auf. Leider ist dass selbst mit dem KB5041587-Update eher Ausnahme denn Regelfall. Ryzen 9000 bleibt somit selbst mit Sprungvorhersage-Boost hinter den Möglichkeiten zurück, die AMD im Zuge des Launches versprochen

hat. Das mutet seltsam an, denn AMD hat uns mitgeteilt, dass eben jenes Windows-Update der Grund für die zusätzliche Performance (in Spielen) sei. Die Leistung von Ryzen 9000 legt zwar zu, jedoch nicht ausreichend, um Intel Raptor Lake zu schlagen. Da sich laut Aussage von AMD Windows 11 mit 24H2-Update „sehr ähnlich“ zu 23H2 mit

KB5041587 verhalten soll, erwarten wir an dieser Stelle keine Wunder mehr. Eine Überraschung könnte höchstens noch AGESA 1.2.0.2 sein, welches sich der hohen Inter-Core-Latenzen von Ryzen 9000 annimmt. Bis Redaktionsschluss war kein Download für unser Referenz-Mainboard verfügbar. Das ist ein Test für kommende Ausgaben.



5 Jahre Herstellergarantie

mit Austauschservice „NEU gegen defekt“!



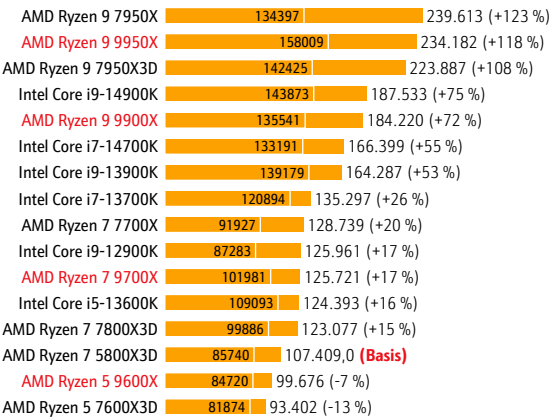
850 W
750 W
650 W
550 W



Höchste SEASONIC Qualität und Leistung auch zum Einstiegspreis!

7-Zip V24.08

Integrierter Benchmark, 128 MiB Wörterbuchgröße

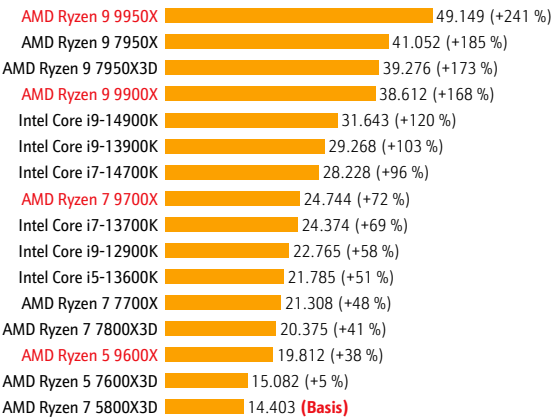


System: PNY Geforce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

MIPS Kompr. Dekompr. Besser

V-Ray 6 Benchmark

Raytracing-Benchmark

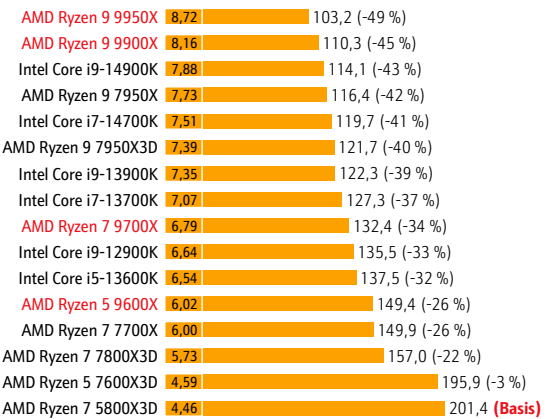


System: PNY Geforce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

Punkte Besser

Handbrake V1.8.2

Super HQ 2160p60 4K AV1 Surround, HEVC Surround, 30-Sekunden-Jellyfish-Clip

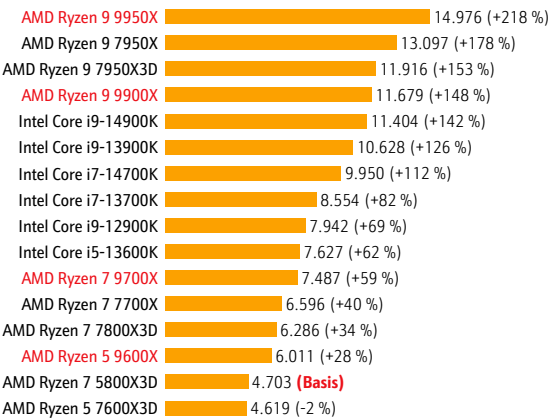


System: PNY Geforce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

Fps Sek. Besser

Corona 10 Benchmark

Raytracing Benchmark



System: PNY Geforce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

raysfs Besser

Anwendungen legen zu

Speziell bei hochparallelisierten Anwendungen (Volllast) kann sich AMDs Topmodell Ryzen 9 9950X absetzen. Das Windows-Update liefert auch hier Verbesserungen, der Abstand zu Intel Raptor Lake konnte ausgebaut werden. Das geht sogar soweit, dass unter Raytracing-Volllast in V-Ray 6 ein Ryzen 7 9700X schneller als Intels Core i7-13700K agiert, dabei setzt die Intel-CPU setzt auf 16 Kerne und ein wesentlich höheres Powerlimit. Hier zeigt sich die eigentliche Macht von Zen 5. In Corona 10, einem weiteren Raytracing-Benchmark, hält AMDs 12-Kerner sogar den 24-Kerner Intel Core i9-14900K

in Schach. In Handbrake, welches schon lang zum festen Repertoire unseres Testparcours gehört, gelingt dem 12-Kerner ebenfalls ein knapper Sieg über Intel, während der 16-Kerner 9950X eine neue Bestmarke hinlegt. Der für Spieler spannende Ryzen 7 9700X legt sich indes wieder mit dem Core i7-13700K an und selbst der kleine Ryzen 5 9600X mit seinen sechs „Kernchen“ ist näher am 14-Kerner Core i5-13600K, als Intel lieb sein kann. In 7-Zip zeigt sich beim Topmodell 9950X noch eine kleine Diskrepanz – der 7950X liegt weiter vor dem Nachfolger. Der Grund dafür ist wahrscheinlich bei den Inter-Core-Latenzen von Zen 5 zu suchen.

Zwischenfazit

Die allgemeinen Verbesserungen der Sprungvorhersage von Ryzen-Prozessoren durch das Windows-Update KB5041587 sind höchst willkommen, da sie nicht nur Ryzen 9000, sondern auch 7000 und 5000 beschleunigen. Die APU-Serien dürften somit auch ein kleines Plus an Leistung erhalten. Dass Intel-Prozessoren leer ausgehen, zeigt, dass hier vorher nichts „gebremst“ hat. AMD kann sich damit zwar die Krone im PCGH-CPU-Index zurückerobern, die Ehre gebührt jedoch dem Ryzen 9 7950X3D und nicht dem neuen 9950X. Die X3D-CPU ist dank des zusätzlichen L3-Cache in Spielen für Zen 5 un-

erreichbar und die kombinierte Leistung in Spielen und Anwendungen ist am Ende ausschlaggebend für den Sieg. Nichts desto trotz ist Zen 5 mit dem Update um einiges ernster zu nehmen als vorher.

Auf den folgenden vier Seiten beschäftigen uns noch mit den eigentlichen Änderungen durch das Windows-Update. Wir haben dazu alle vier Ryzen-9000-Prozessoren einmal ohne und einmal mit KB5041587 durch den aktualisierten Testparcours inklusive neuester Chipsatz- und Grafiktreiber gejagt. Die Analyse wird von Frametime-Übersichten begleitet, welche die Benchmarks abrunden.

Alt vs. Neu: Der Vergleich zu den alten Zahlen

Insgesamt mussten sich die vier Testkandidaten dem gesamten Testparcours stellen. Aus Platzgründen können wir jedoch nicht alle Benchmarks abdrucken. Exemplarisch sollen vier Spiele-Benchmarks die Veränderungen mit und ohne KB5041587 aufzeigen. Die Testbedingungen sind bis auf das Windows-Update identisch.

Das kann sich sehen lassen

Satte 14 Prozent springen im besten Fall heraus, wenn Sie das neue Windows-Update (oder direkt 24H2) aufsatteln. Auffällig ist, dass der 16-Kerner Ryzen 9 9950X am meisten profitiert. Gehen wie die Benchmarks nach der Reihe durch: In F1 24, ein Titel, der gut mit Kernen ska-

liert, konnte sich ein 9950X vorher nicht einmal vom 9600X absetzen, am schnellsten war der Achtkerner 9700X. Mit dem Update hat sich das Kräfteverhältnis verändert: Der 16-Kerner legt um 14 Prozent zu und überflügelt damit gekonnt die anderen drei Ryzen. Der 12-Kerner 9900X schwächelt weiterhin, was daran liegt, dass die sechs Kerne im zweiten CCD sich ungewollt dazu schalten. Weiterhin sehr gut läuft F1 24 auf dem 9700X, während ein 9600X mit fünf Prozent jetzt fast so schnell wie sein großer Bruder ist. In Lords of the Fallen, unserem Unreal-Engine-5-Showcase, legen alle vier Ryzen 9000 eine beachtliche Steigerung von bis zu 13 Prozent hin. Das Schöne dabei ist, dass

Warum laufen Ryzen-Launches eigentlich immer so ab?

Man muss sich bei AMD offenbar daran gewöhnen, dass eine neue Ryzen-Generation mit allerhand Problemen startet. Bei Ryzen 9000 ist es schon sehr seltsam, dass die Prozessoren selbst mit aktuellem Windows 11 noch immer nicht die Leistung erreichen, die AMD im Vorfeld versprochen hat. Natürlich sollte man Hersteller-Benchmarks nie den vollen Glauben schenken, dennoch zeigt es sich gerade bei Zen 5, dass AMD derzeit irgendwelche Probleme hat. Kommenden Monat erscheint Arrow Lake und ich bin gespannt, wie sich Core Ultra 200 gegen die „aktualisierten“ Ryzen 9000 schlägt. Hoffentlich ist AMD dann bald mal fertig mit dem Ausbessern, die Nachtests fressen unnötig Zeit (und Nerven).



David Ney

F1 24 – Las Vegas

1.280 × 720, maximale Details, inkl. Raytracing

AMD Ryzen 9 9950X (KB5041587)	81	153,2 (+14 %)
AMD Ryzen 9 9900X (KB5041587)	76	139,8 (+7 %)
AMD Ryzen 7 9700X (KB5041587)	77	145,6 (+1 %)
AMD Ryzen 5 9600X (KB5041587)	79	143,3 (+5 %)
AMD Ryzen 9 9950X (vorher)	69	134,7 (Basis)
AMD Ryzen 9 9900X (vorher)	63	131,1 (Basis)
AMD Ryzen 7 9700X (vorher)	72	144,3 (Basis)
AMD Ryzen 5 9600X (vorher)	71	136,6 (Basis)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
► Besser

Horizon Forbidden West – Schluchtrand

1.280 × 720, maximale Details

AMD Ryzen 9 9950X (KB5041587)	86	118,4 (+12 %)
AMD Ryzen 9 9900X (KB5041587)	83	115,2 (+11 %)
AMD Ryzen 7 9700X (KB5041587)	90	120,0 (+2 %)
AMD Ryzen 5 9600X (KB5041587)	83	108,7 (+3 %)
AMD Ryzen 9 9950X (vorher)	79	105,6 (Basis)
AMD Ryzen 9 9900X (vorher)	76	103,5 (Basis)
AMD Ryzen 7 9700X (vorher)	89	117,9 (Basis)
AMD Ryzen 5 9600X (vorher)	81	105,8 (Basis)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
► Besser

Lords of the Fallen – Pieta

1.280 × 720, maximale Details

AMD Ryzen 9 9950X (KB5041587)	117	165,9 (+13 %)
AMD Ryzen 9 9900X (KB5041587)	112	158,1 (+13 %)
AMD Ryzen 7 9700X (KB5041587)	115	160,9 (+8 %)
AMD Ryzen 5 9600X (KB5041587)	114	159,8 (+9 %)
AMD Ryzen 9 9950X (vorher)	110	146,8 (Basis)
AMD Ryzen 9 9900X (vorher)	107	139,3 (Basis)
AMD Ryzen 7 9700X (vorher)	111	149,1 (Basis)
AMD Ryzen 5 9600X (vorher)	110	146,7 (Basis)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
► Besser

Baldur's Gate 3 – Baldurs Tor

1.280 × 720, maximale Details

AMD Ryzen 9 9950X (KB5041587)	77	102,9 (+0 %)
AMD Ryzen 9 9900X (KB5041587)	74	100,3 (-1 %)
AMD Ryzen 7 9700X (KB5041587)	75	100,2 (-2 %)
AMD Ryzen 5 9600X (KB5041587)	74	98,6 (+3 %)
AMD Ryzen 9 9950X (vorher)	76	102,8 (Basis)
AMD Ryzen 9 9900X (vorher)	72	100,9 (Basis)
AMD Ryzen 7 9700X (vorher)	75	102,2 (Basis)
AMD Ryzen 5 9600X (vorher)	71	95,5 (Basis)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11, Treiber/Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
► Besser

Seasonic

NEW! FOCUS
OptiSink Design

10 Jahre Herstellergarantie



1000 W
850 W
750 W



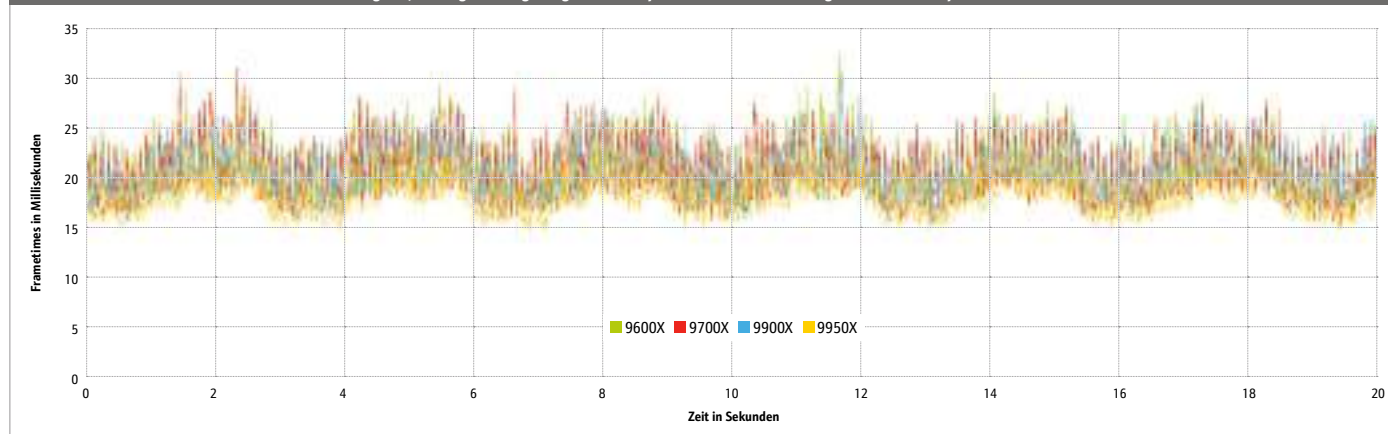
nicht nur die durchschnittliche Framerate steigt, sondern auch die Frametimes besser ausfallen – das Spiel fühlt sich flüssiger an, je höher die P1-Fps liegen. Sogar die langsamste CPU im Bunde, der 9900X, liegt mit KB5041587 oberhalb der Werte ohne Update. Die Unreal Engine 5 vermag es zudem, alle Threads der vier Ryzen optimal auszulasten, deshalb sind die Unterschiede zwischen den Modellen so gering.

Im hübschen Horizon Forbidden West konnte sich vor allem der Achtkerner Ryzen 7 9700X einen Namen machen und das Windows-Update baut die Leistung weiter aus. Die beiden Ryzen 9 holen jedoch mit elf bzw. zwölf Prozent mehr Fps deutlich auf, können aber noch immer nicht mit dem Achtkerner mithalten. Hier kommt abermals das zum Tragen, was wir an anderen Stellen beobachten können:

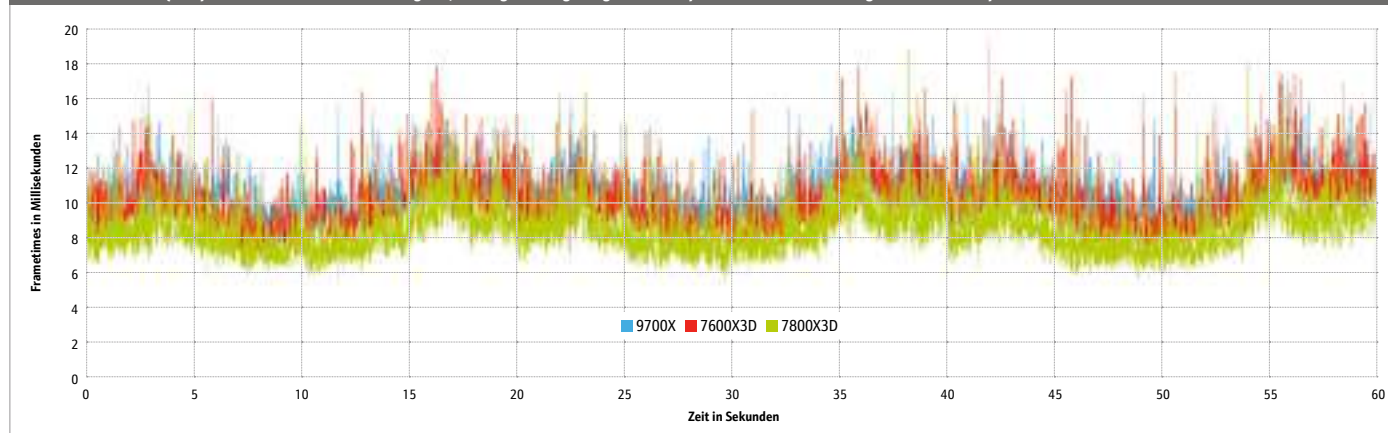
Die Kerne kommen sich aufgrund erhöhter Last in die Quere, obwohl der Treiber das eigentlich unterbinden soll. Der Unterschied vom Ryzen 5 9600X zu 9700X zeigt auf, wie gut die Engine mit Kernen skaliert. Es ist schade, dass der Chipsatztreiber von AMD dies nicht erkennt und Ryzen 9 9950X sowie 9900X keinen freien Lauf lässt, was in dem Fall zu deutlich mehr Fps führen würde.

Das Beispiel Baldur's Gate 3 soll schließlich aufzeigen, dass das Windows-Update sogar Leistung kosten kann. Wir haben den Benchmark mehrmals wiederholt, doch die Ergebnisse sind eindeutig: In diesem Fall kann nur der Sechskerner 9600X rund drei Prozent Performance dazu gewinnen, während 9700X und 9900X bis zu zwei Prozent Fps verlieren, was auch für die Frametimes gilt. Der 16-Kerner

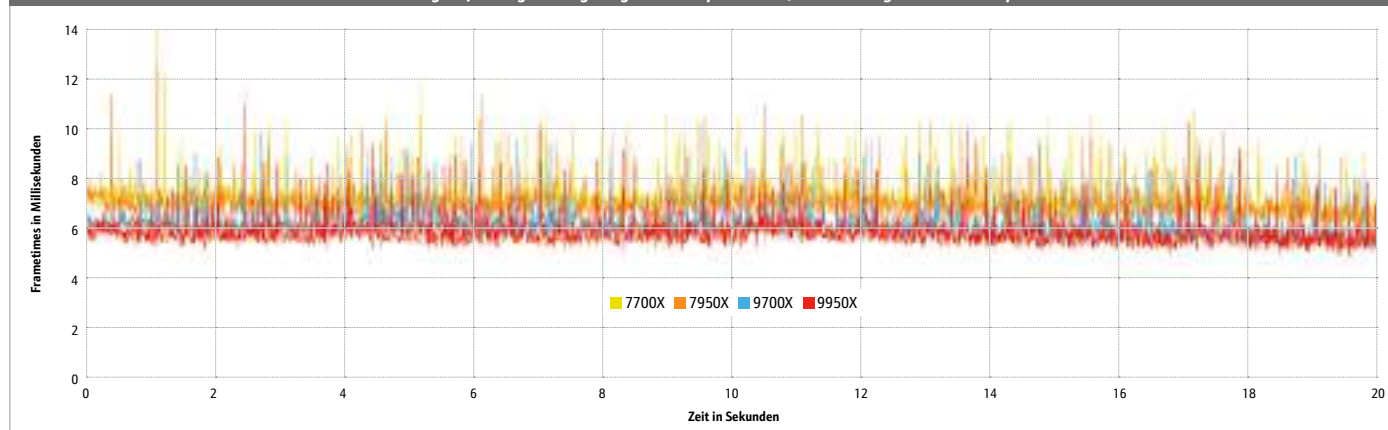
P1-Frametimes in Anno 1800. Bei Frametimes gilt: Je ruhiger und geringer der Graph ausfällt, desto flüssiger nimmt der Spieler das Bild wahr.



P1-Frametimes in Cyberpunk 2077. Bei Frametimes gilt: Je ruhiger und geringer der Graph ausfällt, desto flüssiger nimmt der Spieler das Bild wahr.



P1-Frametimes in Lords of the Fallen. Bei Frametimes gilt: Je ruhiger und geringer der Graph ausfällt, desto flüssiger nimmt der Spieler das Bild wahr.



9950X kann seine Performance halten und zeigt keine Änderungen auf.

Insgesamt können wir festhalten, dass Ryzen 9000 durch KB5041587 ordentlich zugelegt hat. Vor allem Ryzen 9 9950X und 9900X ziehen ganz andere Seiten auf, während die Unterschiede bei Ryzen 7 9700X und Ryzen 5 9600X eher kosmetischer Natur sind. Einige Benchmarks zeigen mit der verbesserten

Sprungvorhersage jedoch einen Verlust an Leistung auf. Dieser ist mit wenigen Prozent nicht spürbar, jedoch auch nicht willkommen, da die Kritik zur geringen Mehrleistung von Ryzen 7000 damit noch mehr an Fahrt gewinnt. Da andere Ryzen ähnlich zulegen, kann Zen 5 zu Zen 4 den Abstand nicht merklich ausbauen, wohl aber zum Konkurrenten Intel. Zu Redaktionsschluss rollt AMD bereits weitere BIOS-

Updates aus und am Horizont steht Intel Arrow Lake und wartet darauf, getestet zu werden. Ob Zen 5 diesen Ansturm mithilfe neuester Updates übersteht, wird der Test zeigen.

Wir können nach Sichtung aller Ergebnisse zum Windows-Update KB5041587 raten. In der Regel laufen Ryzen-Prozessoren damit deutlich flotter und effizienter – eine erfreuliche Entwicklung. (dn)

Fazit

PCGH

Mehr Leistung und Effizienz

AMD baut mithilfe des Windows-Updates die Führung in Anwendungen weiter aus und holt in Spielen auf. Für Raptor Lake und die hauseigenen Prozessoren mit 3D-V-Cache reicht es jedoch noch immer nicht. AMD, wann zündet ihr den X3D-Boost für Zen 5?

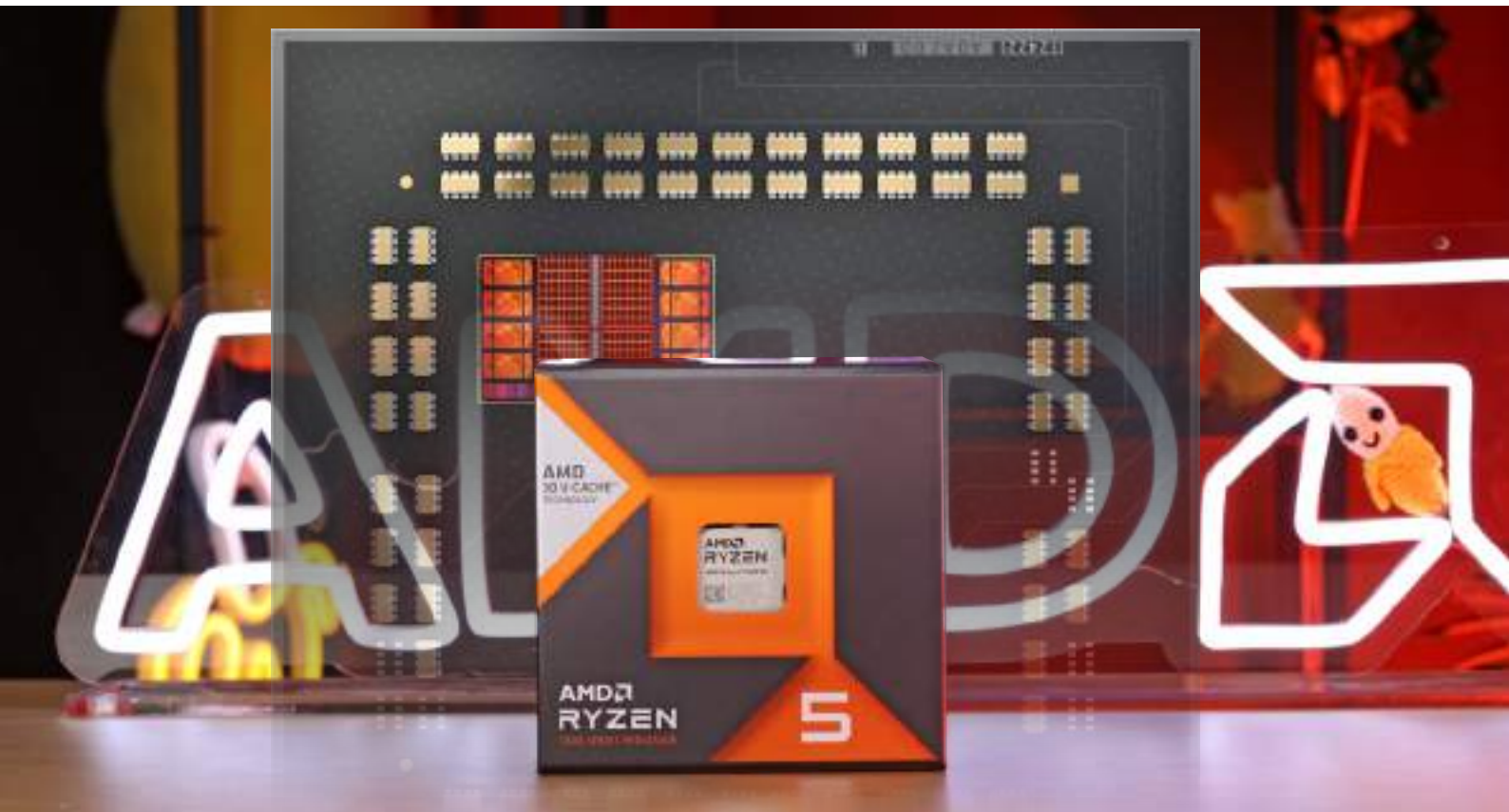
Prozessoren

Auszug aus Testtabelle
mit vielen weiteren Wertungskriterien



Prozessor	AMD Ryzen 9 9950X	AMD Ryzen 9 9900X	AMD Ryzen 7 9700X	AMD Ryzen 5 9600X
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/3202478	www.pcgh.de/preis/3202550	www.pcgh.de/preis/3202557	www.pcgh.de/preis/3202564
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 660,-/4-	Ca. € 470,-/4	Ca. € 360,-/4+	Ca. € 285,-/4+
Für Mainboards mit ...	Sockel AM5	Sockel AM5	Sockel AM5	Sockel AM5
Codename	Granite Ridge	Granite Ridge	Granite Ridge	Granite Ridge
Anzahl Kerne/Threads	16c/32t	12c/24t	8c/16t	6c/12t
Basistakt (Turbo für alle und einen Kern)	4,3 GHz, (5,1-5,7 GHz)	4,4 GHz, (5,2-5,6 GHz)	3,8 GHz, (5,0-5,5 GHz)	3,9 GHz, (5,2-5,4 GHz)
L1-Cache (Daten/Befehle, je Kern)	48 KiByte/32 KiByte	48 KiByte/32 KiByte	48 KiByte/32 KiByte	48 KiByte/32 KiByte
L2-Cache (je Kern)/LLC (gesamt)	1.024 KiByte/64 MiByte	1.024 KiByte/64 MiByte	1.024 KiByte/32 MiByte	1.024 KiByte/32 MiByte
Heatspreader, Fertigung	Metall (verlötet), TSMC N4	Metall (verlötet), TSMC N4	Metall (verlötet), TSMC N4	Metall (verlötet), TSMC N4
Ausstattung (20 % der Endnote)	3,45	3,45	3,45	3,45
Integrierte Grafikeinheit (IGP)	RDNA 2 (2 CU/128 SP)	RDNA 2 (2 CU/128 SP)	RDNA 2 (2 CU/128 SP)	RDNA 2 (2 CU/128 SP)
IGP-Funktionen	4× Display Support, AMD Eyefinity, AMD FreeSync 2, AV1 decode, H.265 encode/decode, VP9 encode/decode, DirectX 12.1, OpenGL 4.5, Vulkan 1.0	4× Display Support, AMD Eyefinity, AMD FreeSync 2, AV1 decode, H.265 encode/decode, VP9 encode/decode, DirectX 12.1, OpenGL 4.5, Vulkan 1.0	4× Display Support, AMD Eyefinity, AMD FreeSync 2, AV1 decode, H.265 encode/decode, VP9 encode/decode, DirectX 12.1, OpenGL 4.5, Vulkan 1.0	4× Display Support, AMD Eyefinity, AMD FreeSync 2, AV1 decode, H.265 encode/decode, VP9 encode/decode, DirectX 12.1, OpenGL 4.5, Vulkan 1.0
Befehlssätze und Erweiterungen	AES-NI, AMD-V, AVX, AVX-512, AVX2, FMA3, MMX(+), SHA, SSE, SSE2, SSE3, SSE4.1, SSE4.2, SSE4a, x86-64	AES-NI, AMD-V, AVX, AVX-512, AVX2, FMA3, MMX(+), SHA, SSE, SSE2, SSE3, SSE4.1, SSE4.2, SSE4a, x86-64	AES-NI, AMD-V, AVX, AVX-512, AVX2, FMA3, MMX(+), SHA, SSE, SSE2, SSE3, SSE4.1, SSE4.2, SSE4a, x86-64	AES-NI, AMD-V, AVX, AVX-512, AVX2, FMA3, MMX(+), SHA, SSE, SSE2, SSE3, SSE4.1, SSE4.2, SSE4a, x86-64
AI-Beschleuniger (NPU)	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Integrierte PCI-Express-Lanes	24× PCI-Express 5.0	24× PCI-Express 5.0	24× PCI-Express 5.0	24× PCI-Express 5.0
Eigenschaften (20 % der Endnote)	3,59	3,19	2,58	2,97
Offener Multiplikator	Ja	Ja	Ja	Ja
Speicherkanäle/Speicherspezifikation	2× DDR5-5600	2× DDR5-5600	2× DDR5-5600	2× DDR5-5600
ECC-Support	Unterstützt	Unterstützt	Unterstützt	Unterstützt
TDP laut Hersteller	170 Watt	120 Watt	65 Watt	65 Watt
Package Power Table (AMD), Maximum Turbo Power (Intel)	200 Watt	162 Watt	88 Watt	88 Watt
Leistungsaufnahme (BG3/GoT/CP77)*	103/149/125 Watt	88/131/98 Watt	84/89/87 Watt	78/84/85 Watt
Leistungsaufnahme Spiele (Durchschnitt)*	116 Watt	97 Watt	82 Watt	76 Watt
Leistungsaufnahme Anwendungen (Durchschnitt)*	179 Watt	150 Watt	83 Watt	86 Watt
Effizienz Gesamt (20 Benchmarks)	59,7 Prozent	60,5 Prozent	70,1 Prozent	62,6 Prozent
Leistung (60 % der Endnote)	1,21	1,66	2,10	2,40
Spiele-Index (Avg)	87,8 Prozent	83,6 Prozent	85,3 Prozent	79,3 Prozent
Spiele-Index (P1)	87,6 Prozent	81,5 Prozent	85,4 Prozent	82,0 Prozent
Spiele-Index (P0.2)	87,0 Prozent	81,6 Prozent	84,8 Prozent	80,0 Prozent
Anwendungs-Index	100 Prozent	85,6 Prozent	66,0 Prozent	57,4 Prozent
FAZIT	🟢 König der Anwendungen 🟡 Preis, Effizienz	🟢 Allrounder 🟡 Krank am 6-Kern-CCD	🟢 Gut für Spieler 🟡 Aufrüsten von 5800X3D lohnt nicht	🟢 Flott für einen Sechskerner 🟡 Noch zu teuer
	Wertung: 2,13	Wertung: 2,32	Wertung: 2,47	Wertung: 2,72

*Angabe dient nur der Information, gewertet wird die Effizienz über alle Spiele und Anwendungen



Im Schatten des 7800X3D

AMD überrascht und bringt eine Sechskern-Version des beliebten Ryzen 7 7800X3D. Wir haben den Ryzen 5 7600X3D auf Her(t)z und Nieren geprüft und liefern Ihnen die volle Packung Benchmark-Vergleiche.

Erinnern Sie sich noch an den AMD Ryzen 5 5600X3D, den PCGH als einzige deutsche Redaktion getestet hat? Als wir neulich vom Ryzen 5 7600X3D hörten und abermals klar wurde, dass dieser wieder nur exklusiv in den USA vertrieben werden soll, haben nicht nur wir traurig drein geblickt. Zu unserer Überraschung hat uns AMD Deutschland dann jedoch einen Ryzen 5 7600X3D organisiert, der exklusiv von Mindfactory DE vertrieben wird. Wir bedanken uns daher bei AMD und Mindfactory. Es gab außer dem NDA keine Vorgaben zum Test. Es handelt sich um ein Retail-Sample, das Siegel war intakt. Wie es bei AMD inzwischen immer öfter vorkommt, erscheint die CPU ohne beigelegten Kühler in der Box. Der Sechskerner ist bis Redaktions-

schluss bei Mindfactory erhältlich und kostet stolze 319 Euro.

Für einen prominenten Vergleich haben wir den Ryzen 5 5600X3D eingeladen, den offiziellen Vorgänger des 7600X3D, der jedoch leider nur in den USA vertrieben wird. Ein Hinweis in eigener Sache: Alle Daten und Zahlen, die Sie in diesem Artikel finden, basieren auf dem neuesten Windows-Update KB5041587, welches Auswirkungen auf alle Ryzen-Prozessoren hat.

Technische Daten: 7600X3D

Es handelt sich bei diesem Sechskerner einfach gesagt um einen Ryzen 7 7800X3D mit zwei Kernen weniger. Doch nicht nur bei der Anzahl der Kerne gibt es Einschnitte, sondern auch bei der Taktfrequenz: Der Basistakt beträgt mit 4,1 GHz 100 MHz weniger als beim großen Bruder, während beim Boost-Takt 300 MHz weniger anfallen, sodass unter Last (zu jeder Zeit) 4,75 GHz anliegen. Ansonsten entspricht ein Ryzen 5 7600X3D jedoch dem

Zen-4-Standard, denn wir kennen und lieben gelernt haben: Garantierte DDR5-5200 bei zwei von vier belegten DIMM-Slots und DDR5-3600 bei Vollbestückung, eine maximale Temperatur von 89 °C unter Last, 24 PCI-Express-5.0-Lanes und die integrierte RDNA-2-Grafikeinheit, die für grafisch anspruchslose Spiele und Office-Tätigkeiten ausreichend bestückt ist. Die TDP beträgt erfreulich geringe 65 Watt. Das bedeutet bei AMD, dass die PPT, also die maximale Leistungsaufnahme, bei 88 Watt liegt. Wir möchten nicht zu viel vorwegnehmen, doch die erreicht der Sechskerner nicht mal im Ansatz. Logischerweise entspricht ein X3D-Modell auch einer CPU, die „nur“ für Spieler interessant ist, sodass ohnehin keine hohe Allcore-Last ansteht, welche die

Folgende Produkte finden Sie im Test

- AMD Ryzen 5 7600X3D
- AMD Ryzen 5 5600X3D

Ryzen-Prozessoren mit 3D-V-Cache im Vergleich

CPU	Codename	Architektur	Kerne	Basis-Takt	Boost-Takt	L1	L2 + 3D V-Cache	TDP/PPT
Ryzen 9 7950X3D	Raphael-X	Zen 4 + 3D V-Cache	8c+8c(3D)/32t	4,2 GHz	5,6 GHz	16 MiB	32 + 64 MiB	120/162 Watt
Ryzen 9 7900X3D	Raphael-X	Zen 4 + 3D V-Cache	6c+6c(3D)/24t	4,4 GHz	5,6 GHz	12 MiB	32 + 64 MiB	120/162 Watt
Ryzen 7 7800X3D	Raphael-X	Zen 4 + 3D V-Cache	8c/16t	4,2 GHz	5,0 GHz	8 MiB	32 + 64 MiB	120/162 Watt
Ryzen 5 7600X3D	Raphael-X	Zen 4 + 3D V-Cache	6c/12t	4,1 GHz	4,7 GHz	6 MiB	32 + 64 MiB	65/88 Watt
Ryzen 7 5800X3D	Vermeer-X	Zen 3 + 3D V-Cache	8c/16t	3,4 GHz	4,5 GHz	8 MiB	32 + 64 MiB	105/142 Watt
Ryzen 5 5600X3D	Vermeer-X	Zen 3 + 3D V-Cache	6c/12t	3,3 GHz	4,4 GHz	6 MiB	32 + 64 MiB	105/142 Watt

Anno 1800 – Mega City

1.280 × 720, maximale Details

Intel Core i9-13900K	54	68,3 (+37 %)
Intel Core i7-13700K	52	65,3 (+31 %)
Intel Core i5-13600K	50	62,8 (+26 %)
AMD Ryzen 7 7800X3D	42	61,4 (+24 %)
AMD Ryzen 9 7950X3D	43	60,4 (+22 %)
AMD Ryzen 5 7600X3D	39	53,2 (+7 %)
Intel Core i9-12900K	39	50,8 (+2 %)
AMD Ryzen 7 5800X3D	37	49,7 (Basis)
AMD Ryzen 7 9700X	36	48,4 (-3 %)
Intel Core i7-12700K	38	48,4 (-3 %)
AMD Ryzen 5 5600X3D	36	48,0 (-3 %)
Intel Core i5-12600K	35	45,3 (-9 %)
AMD Ryzen 7 7700X	33	43,5 (-12 %)
AMD Ryzen 5 7500F	31	39,7 (-20 %)
Intel Core i7-10700K	27	35,4 (-29 %)
Intel Core i5-10600K	23	29,6 (-40 %)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11 23H2 inkl. KB5041587, Treiber und sonstige Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
➤ Besser

Baldur's Gate 3 – Baldurs Tor

1.280 × 720, maximale Details

AMD Ryzen 9 7950X3D	99	134,6 (+28 %)
AMD Ryzen 7 7800X3D	96	132,2 (+26 %)
AMD Ryzen 5 7600X3D	89	122,5 (+17 %)
Intel Core i9-13900K	79	108,7 (+4 %)
Intel Core i7-13700K	78	108,3 (+3 %)
AMD Ryzen 7 5800X3D	74	104,9 (Basis)
AMD Ryzen 5 5600X3D	73	103,9 (-1 %)
Intel Core i5-13600K	74	102,3 (-2 %)
AMD Ryzen 7 9700X	74	98,6 (-6 %)
AMD Ryzen 7 7700X	69	89,8 (-14 %)
Intel Core i9-12900K	64	88,0 (-16 %)
AMD Ryzen 5 7500F	66	84,7 (-19 %)
Intel Core i7-12700K	61	83,8 (-20 %)
Intel Core i5-12600K	56	77,0 (-27 %)
Intel Core i7-10700K	49	69,5 (-34 %)
Intel Core i5-10600K	42	58,1 (-45 %)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11 23H2 inkl. KB5041587, Treiber und sonstige Updates jeweils aktuell

P1 Ø Fps
➤ Besser

Leistungsaufnahme in die Höhe treiben würde. Eine Frage, die uns natürlich auch immer wieder beschäftigt ist, ob sechs Kerne im Jahre 2024 überhaupt noch sinnvoll sind. Diese Fragen haben wir uns jedoch schon gestellt, seit es Prozessoren gibt, die mit deutlich mehr Kernen auf den Markt kommen. Fakt ist: Eine hohe Leistung ist nach wie vor wichtiger als eine große Anzahl Kerne, zumindest, wenn man mit dem PC Spiele beschleunigen möchte. Content Creator dagegen sollten mindestens zu acht Kernen greifen, wenn nicht sogar noch mehr. Unserer Prognose nach sind Sechskerner auch die nächsten Jahre für Spiele-PCs noch spannend, da die Mehrkern-Optimierung bei PC-Spielen zwar vorangeht, doch leider sehr langsam. Dieser Artikel heute soll dazu beitragen und aufzeigen, dass sechs Kerne auch für moderne Spiele spannend sind. Wir haben dazu einen neuen Test in den CPU-Index integriert: Star Wars Outlaws. Die verwendete Snowdrop-Engine lastet Kerne mindestens so gut aus, wie die RED-Engine in Cyberpunk.

Ryzen 5 5600X3D wirkt unter der Haube im Vergleich zum 7600X3D altbacken, gleichwohl lässt sich damit noch immer ein aktuelles System bauen: Hier treffen 24 PCI-Express-4.0-Lanes mit einem Boosttakt von bis zu 4,4 GHz zusammen. Anders als seine kleineren Brüder (Ryzen 5 5600 und 5600X) kommt die 3D-V-Version einer TDP von 105 Watt. Das bedeutet, dass ein Ryzen 5 5600X3D theoretisch bis zu 142 Watt aufnehmen darf. Das mutet seltsam an: Von den 3D-Modellen sind wir es normalerweise gewohnt, dass diese effizienter daherkommen als ihre nicht-3D-Geschwister, und somit die TDP-Grenzen nicht mal im Ansatz ausreizen. Im Test zum 5600X3D in Print 10/23 wurde von uns damals bemängelt, dass die CPU ineffizienter als ein 5800X3D arbeitet, und dabei aufgrund seiner „nur“ sechs Kerne auch noch langsamer ist. Ist das heute auch noch so? Nicht mehr ganz, denn das Windows-Update KB5041587, welches die Sprungvorhersage bei Ryzen-Prozessoren verbessert, wirkt sich sogar auf Ryzen-5000-Prozessoren

aus. Achtkerner werden jetzt besser ausgelastet als jemals zuvor (=mehr Verbrauch), was den Sechskernern etwas Raum für eine höhere Effizienz-Bewertung gibt. Tatsächlich ist nach unseren neuesten Zahlen ein

Ryzen 5 5600X3D minimal sparsamer und liefert mehr Fps pro Watt als sein großer Bruder 5800X3D. Dafür ist letzterer nun etwas schneller und baut den Abstand zum Hexacore aus. Sie finden weiter

Horizon Forbidden West – Schluchtrand

1.280 × 720, maximale Details

AMD Ryzen 7 7800X3D	103	144,5 (+26 %)
AMD Ryzen 9 7950X3D	99	137,4 (+20 %)
AMD Ryzen 5 7600X3D	87	122,9 (+7 %)
AMD Ryzen 7 9700X	90	120,0 (+5 %)
Intel Core i7-13700K	88	116,4 (+2 %)
AMD Ryzen 7 7700X	89	116,1 (+1 %)
Intel Core i9-13900K	86	114,7 (+0 %)
AMD Ryzen 7 5800X3D	83	114,5 (Basis)
Intel Core i5-13600K	85	113,9 (-1 %)
Intel Core i9-12900K	80	106,4 (-7 %)
Intel Core i7-12700K	78	102,9 (-10 %)
AMD Ryzen 5 5600X3D	73	100,8 (-12 %)
Intel Core i5-12600K	73	97,0 (-15 %)
AMD Ryzen 5 7500F	73	94,7 (-17 %)
Intel Core i7-10700K	55	71,4 (-38 %)
Intel Core i5-10600K	48	60,7 (-47 %)

System: PNY GeForce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVCI/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11 23H2 inkl. KB5041587, Treiber und sonstige Updates jeweils aktuell

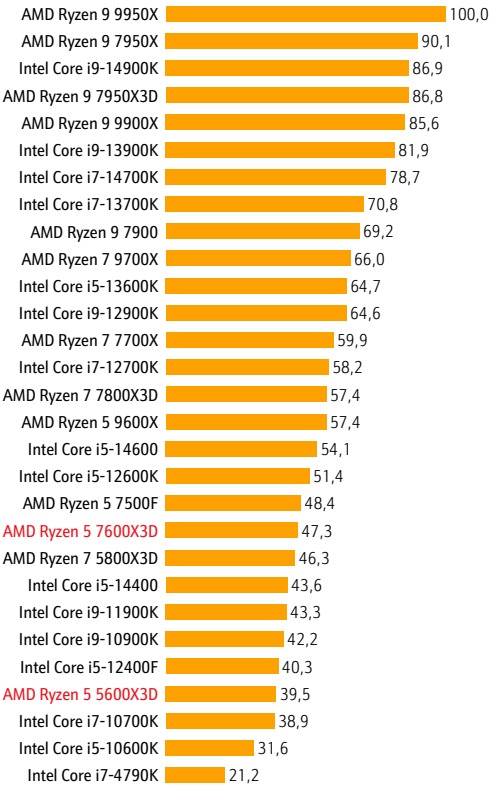
P1 Ø Fps
➤ Besser

hinten ein kleines Diagramm, welches die durchschnittliche Leistung in Spielen mit der P1-Frametime-Performance vergleicht (ein Core i9-14900K dient dort für den Ver-

gleich mit dem Topmodell der Konkurrenz und bildet die Basislinie bei der aktuellen Frametime-Performance) und können sich so leicht ein Bild davon machen.

Performance in Anwendungen

Normierte, durchschnittliche Leistung

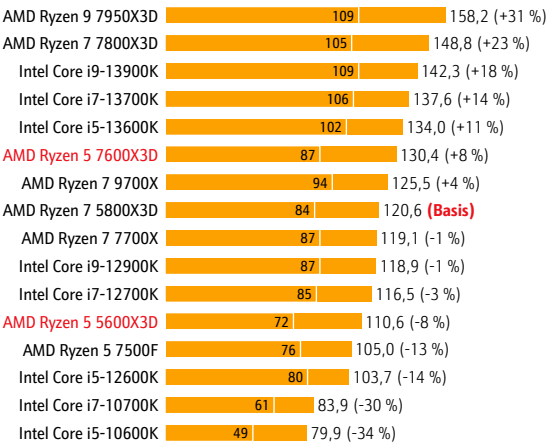


System: PNY Geforce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVC/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11 23H2 inkl. KB5041587, Treiber und sonstige Updates jeweils aktuell

Prozent
▶ Besser

Star Wars Outlaws – Akiva

1.280 x 720, maximale Details



System: PNY Geforce RTX 4090 Epic-X OC, rBAR aktiviert, HVC/TPM 2.0 deaktiviert, Windows 11 23H2 inkl. KB5041587, Treiber und sonstige Updates jeweils aktuell

P1 Ø FPS
▶ Besser

Lieber nicht damit arbeiten

Einen Prozessor mit 3D-V-Cache kaufen sich nur Spieler. Richtig? Fast. Denn mit dem Ryzen 9 7950X3D zeigt AMD, dass man in Anwendungen mithalten kann, auch wenn ein Teil der CPU den von Spieler begehrten zusätzlichen L3-Cache verbaut hat. Im Fall des Ryzen 5 7600X3D und insbesondere beim 5600X3D ist es jedoch tatsächlich so, dass die Performance in Anwendungen nicht der Rede Wert ist. 7600X3D macht sich jedoch seinen Zen-4-Unterbau zunutze und überflügelt beim Arbeiten damit den Achtkerner 5800X3D und lässt auch den 10-Kerner Core i5-14400 hinter sich. Alder Lake und Zen 3 sind jedoch verglichen mit Zen 4 uralt und wir sollten den Tatsachen ins Auge sehen: Je mehr Programme gleichzeitig laufen, desto eher setzen sich Prozessoren mit mehr als sechs Kernen ab, da hilft auch eine höhere Taktfrequenz nicht.

In Spielen macht ein 7600X3D dagegen eine gute Figur. AMD packt nicht nur rund 20 Prozent auf den 5600X3D, sondern auch rund zehn Prozent auf den 5800X3D – ein Ryzen 5 7600X3D platziert sich dank des 3D-V-Cache tatsächlich zwischen Core i7-13700K und Core i5-13600K – eine stolze Leistung für einen Sechskerner im bald vergangenen Jahr 2024, wo doch bereits 2019 zum Erscheinen von Zen 3 Prozessoren mit sechs Kernen keine Zukunft versprochen wurde.

Obendrein ist ein 7600X3D auch noch sehr sparsam: Wir haben gerade einmal 49 Watt im Durchschnitt bei Spielen gemessen und selbst in Anwendungen liegen gerade einmal ~57 Watt an. Der Sechskerner liefert damit die zweithöchsten Fps pro Watt und wird nur noch vom Effizienz-Gott Ryzen 7 7800X3D in Schach gehalten, der ein gutes Stück höhere Effizienz durch das Windows-Update erhalten hat.

Lohnt sich der Kauf?

Zum Launch haben wir dem Ryzen 5 5600X3D eine höhere Leistung in Spielen als jede Zen-4-CPU ohne 3D-V-Cache attestiert. Heute jedoch kommt AMD mit dem Zen-3-Sechskerner nicht mal mehr am Ryzen 7 7700X vorbei. Ein Blick in diese Vergangenheit zeigt, dass es dem Ryzen 5 7600X3D möglicherweise ebenso gehen könnte. Heute ist dieser Hexacore gemessen an der Konkurrenz extrem schnell: Intel ist erst mit dem Core i7-13700K in der Lage, den 7600X3D in Spielen zu knacken, dabei setzt die Intel-CPU auf 16 Kerne und einen viel höheren Takt von 5,3 GHz unter Last. Mit 125 zu 49 Watt erzählen wir Ihnen zudem nichts Neues, dass die Intel-CPU dafür ein Vielfaches der Energie benötigt. Wenn sich die Mehrkernauslastung in Spielen weiter bessert, was mit der Verbreitung der Unreal Engine 5 an Fahrt aufgenommen hat, könnte es in einigen Jahren vielleicht nicht mehr so rosig für den 7600X3D aussehen.

Ein interessantes Stück Technik mit fadem Beigeschmack

Ob sich AMD nun meiner Kritik angenommen hat oder Mindfactory einfach ein Herz für seine deutschen Kunden hat – es tut gut, den Ryzen 5 7600X3D nicht nur in den USA, sondern auch hierzulande zu sehen. Dieser Prozessor hat eigentlich keine Schwächen: Abermals wird gezeigt, dass sechs Kerne in Spielen nach wie vor ausreichen und aufseiten der Effizienz gibt es auch nichts zu beanstanden. Allerdings sorgt der 7600X3D dafür, dass ein 7800X3D wieder teurer wird. Ob's nun an „Angebot & Nachfrage“ liegt oder an AMD, welche die Situation rund um Intels Core-Desaster ausnutzen: Am Ende verbaut sich AMD damit die Chance auf einen Preiskracher, den man bedenkenlos empfehlen kann (wie den 5700X3D aktuell). Da Ryzen 9000 als X3D-Version und Intels Arrow Lake am Horizont warten, bleibt kaum Zeit, sich mit dem Ryzen 5 7600X3D anzufreunden. Schade, die CPU ist nämlich wirklich klasse.



David Ney

Inhalt

- Einleitung
- So lesen Sie die Diagramme
- CPU-Takt
- CPU-Temperatur
- CPU-Score

Teil 3

3DMark-Statistik: CPUs

Welcher Prozessor bietet die stärkste Grafikkartenunterstützung? Können die Ryzen X3Ds aktuellen Intel Core i9 Paroli bieten? Das Ringen um die Spitze geht weiter – diesmal im CPU-Test von 3DMark Time Spy.

Die umfassende Leistungsbeurteilung der großen Radeon- und GeForce-Grafikkarten in den PCGH-Heftausgaben 08 und 10/2024 haben Sie verfolgt? Prima, denn heute servieren wir Ihnen einen Nachschlag – die Analyse der Hauptprozessoren. Vier einfache statistische Fragen werden gestellt:

Welches sind die am häufigsten verbauten CPUs in den Systemen der 3DMark-Anwender? Wie hoch takteten sie während der Benchmark-Läufe in Time Spy? Welche Temperaturen liegen unter Benchmark-Last an, vor allem aber: Was kommt an Leistung raus, gemessen in CPU-Punkten?

Auch diese Auswertung wird aus dem riesigen Satz anonymisierter Systemdaten gespeist, der PCGH durch die Exklusiv-Kooperation mit UL Solutions vorliegt. Darin enthalten sind alle weltweit besten 3DMark-Läufe von Dezember 2022 bis Februar 2024. Betrachtet wird 3DMark Time Spy, das – anders als die beiden Raytracing-Benchmarks Port Royal und Speed Way – einen separaten CPU-Test anbietet. Neben den Radeon-Topmodellen 7900 XT/7900 XTX und den GeForce-Boliden RTX 4080/4090 werden diesmal auch Daten zu zwei Mittelklassekarten ausgewertet: Mit von der Partie sind AMDs RX 7700 XT und 7800 XT. Eine Trennung nach GPU-Serien erfolgt nicht, alle sechs befinden sich im selben Topf. Die Stichprobengröße beträgt 322.023 Einheiten.

in Time Spy von 3DMark-Anwendern eingesetzt, darunter so exotische wie die Notebook-CPU Intel N100 oder der Zweikernprozessor AMD Athlon 200GE. Die einhundert beliebtesten CPUs finden Sie in unseren Balkengrafiken; ihre jeweilige Stückzahl im Datensatz steht hinter dem Prozessornamen (n = x). Weil 100 Diagrammbalken untereinander das Heftformat sprengen würden, sind die Charts zweigeteilt und als „häufigste CPUs“ 1–50 und 51–100 nebeneinandergestellt.

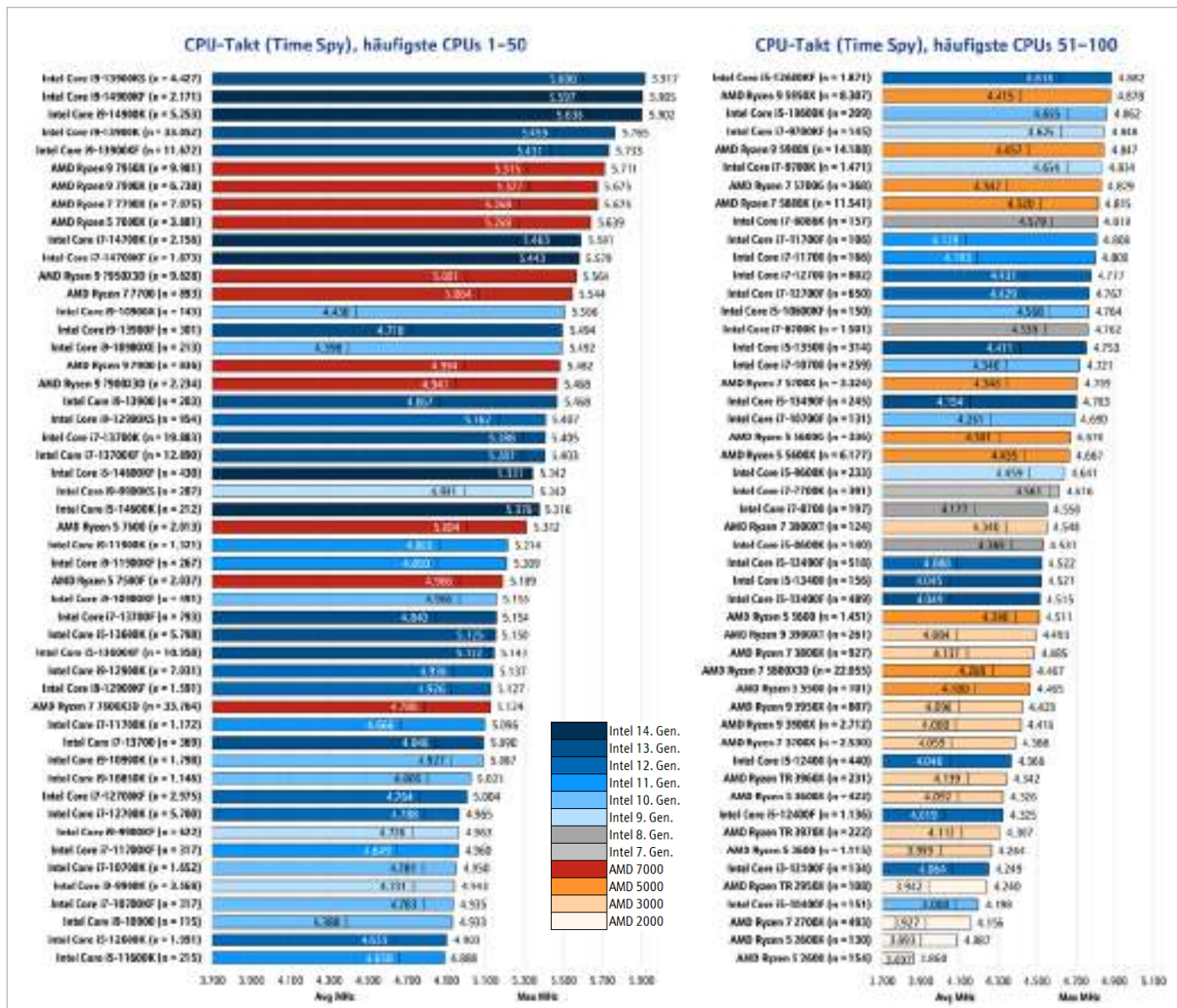
In den Top 100 vertreten sind ausschließlich Intel-Core-Prozessoren und die Ryzen-Serien von AMD. Für einen schnellen Überblick werden in den Diagrammbalken die zwei Herstellerfarben variiert – Intel ist also in Blau-, AMD in Rottönen gehalten. Dabei gilt: je jünger eine Prozessorserie, desto dunkler der Farbton. Um die Blau-Feinabstufung bei Intel mit acht vertretenen Generationen nicht unübersichtlich



Der CPU-Test von 3DMark Time Spy steht im Zentrum dieser Auswertung. Auch acht Jahre nach seinem Erscheinen bringt er noch Gaming-Prozessoren zum Schwitzen.

So lesen Sie die Diagramme

563 verschiedene CPU-Modelle wurden im Beobachtungszeitraum



Die linke Diagrammhälfte wird von modernen CPU-Modellen dominiert und ist überwiegend in Intel-Blau gefärbt. Spitzenpositionen mit einem Durchschnittstakt über 5 GHz nehmen die hoch taktenden Core-i9-CPU-s mit K-Suffix ein, gefolgt von einigen starken Ryzen 7-Prozessoren. Die ersten „alten“ Intel in der Taktreihenfolge sind die Vieltkerner i9-10900X und i9-10980XE auf Rang 14 und 16. AMD-CPU-s der Ryzen-5000-Reihe finden sich erst in der rechten Diagrammhälfte: die erste in Form des R9 5950X auf Rang 52, den spielstarken R7 5800X3D gar erst an Position 84. Somit bestätigt auch Time Spy: Taktseitig hat AMD erst mit den Prozessoren für den AM5-Sockel Anschluss an die Frequenzmonster von Intel gefunden.

werden zu lassen, sind deren älteste 7. und 8. Gen in hellen Grautönen dargestellt. Die Sortierung erfolgt nicht nach erfassten Stückzahlen, sondern nach der gefragten Eigenschaft. In den Takt- und Score-Diagrammen sind deshalb Prozessoren mit den längsten Balken die Gewinner, während bei „CPU-Temperatur“ die kürzesten Celsius-Balken an der Spitze stehen. Oben ist besser.

CPU-Takt

Moderne Prozessoren takteten im Teillastbetrieb herunter. Dieser kann sowohl in den Grafiktests von Time

Spy vorliegen als auch während der Ladezeiten vor jedem Einzeltest. Während des abschließenden CPU-Tests ist der Hauptprozessor hingegen voll gefordert und läuft mit maximalen Kernfrequenzen. Folgerichtig misst die Systeminfo der 3DMark-Suite sowohl den Durchschnitts- als auch den Maximaltakt der CPU und weist beide auf der Detail-Ergebnisseite eines hochgeladenen Benchmark-Laufs aus. Unsere Taktdiagramme folgen dieser Logik; beide Werte werden genannt. Maßstab für die Prozessorleistung ist die Höchsthäufigkeit, die während

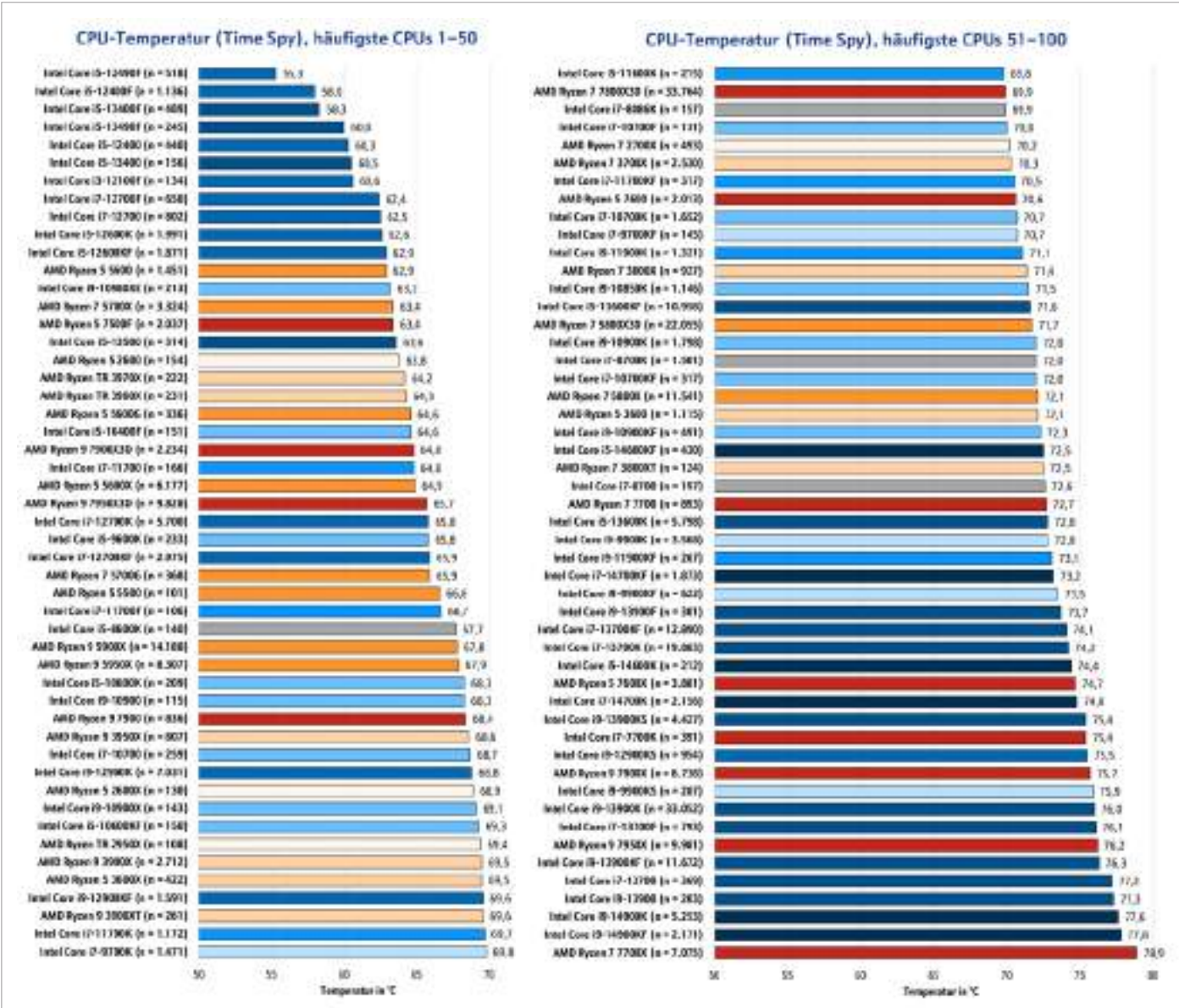
des Time-Spy-CPU-Tests anliegt. Sortierreihenfolge ist deshalb absteigend nach Maximaltakt.

Hinweis: Die in den 3DMark-Daten vorhandene Auswahl an Grafikkartenserien (vier Topmodelle, zwei Mittelklasser) hat zur Konsequenz, dass starke CPU-s im Vergleich zur realen Marktverteilung überrepräsentiert sein dürften. Daher kommen vier- und fünfstelligen Stückzahlen (n) häufiger in der ersten Diagrammhälfte 1–50 vor als bei den niedriger taktenden CPU-Modellen 51–100. Die Aussagekraft

der Ergebnisse bleibt hiervon unberührt.

CPU-Temperatur

Elektrische Leistung wird anteilig in Wärme umgewandelt. Ihre wirksame Abführung beschäftigt die Gedanken vieler PC-Spieler und sorgt für einen riesigen Markt an Kühlkomponenten. Der Transport bereits entstandener Hitze soll hier keine Rolle spielen, wohl aber ihre Entstehung an der Quelle: Die 3DMark-Software fragt auch die Temperatursensoren der CPU ab. In der Doppelgrafik abgebildet



Genügsame Non-K-Prozessoren der 12. und 13. Gen von Intel bieten die niedrigsten Temperaturen; das Rampenlicht der Top Ten gehört ihnen allein. Schräg gegenüber in der unteren Hälfte der rechten Grafik beweist die Modellverteilung: Die letzten zwei, drei Jahre der Prozessor-Entwicklung haben nicht nur mehr Power in die Systeme der 3DMark-Anwender gebracht, sondern auch mehr Wärme. Nach dem Hitzkopf i9-9900K/KF/KS (hellblau, rechtes unteres Viertel) hatte Intel die Temperaturen seiner Topmodelle drei Generationen lang offenbar gut im Griff. Ab Gen 13 änderte sich das wieder. AMD hat nach den etwas zu warmen X-Prozessoren von Ryzen 5000 wieder Glanzlichter in Form der aktuellen X3D-CPUs im Programm. Die Ryzen-7000-„X“-Serie hingegen gibt kaum ein besseres Bild ab als aktuelle Intel-Boliden mit ihrer hohen Leistungsaufnahme.

sind die Durchschnittstemperaturen über den gesamten Benchmark-Lauf.

Was ist das Ergebnis? Die Balkenreihenfolge ist im Vergleich zu den Takt- und Score-Diagrammen annähernd umgekehrt – das tiefste Rot und das dunkelste Blau finden sich am Ende der Skala. Aktuelle schnelle Prozessoren belegen somit das letzte Viertel der häufigsten hundert CPUs. Ryzen 7000 und die beiden letzten Core-i7- und i9-Generationen von Intel nehmen sich dabei nicht viel, eine Ausnahme bilden die

kühlen X3D-Modelle. Genügsame Prozessoren ohne Übertaktungspotenzial stehen an der Spitze. Hier kann Intel sich hervortun – Blau wird seinem Ruf als kühle Farbe gerecht.

CPU-Score

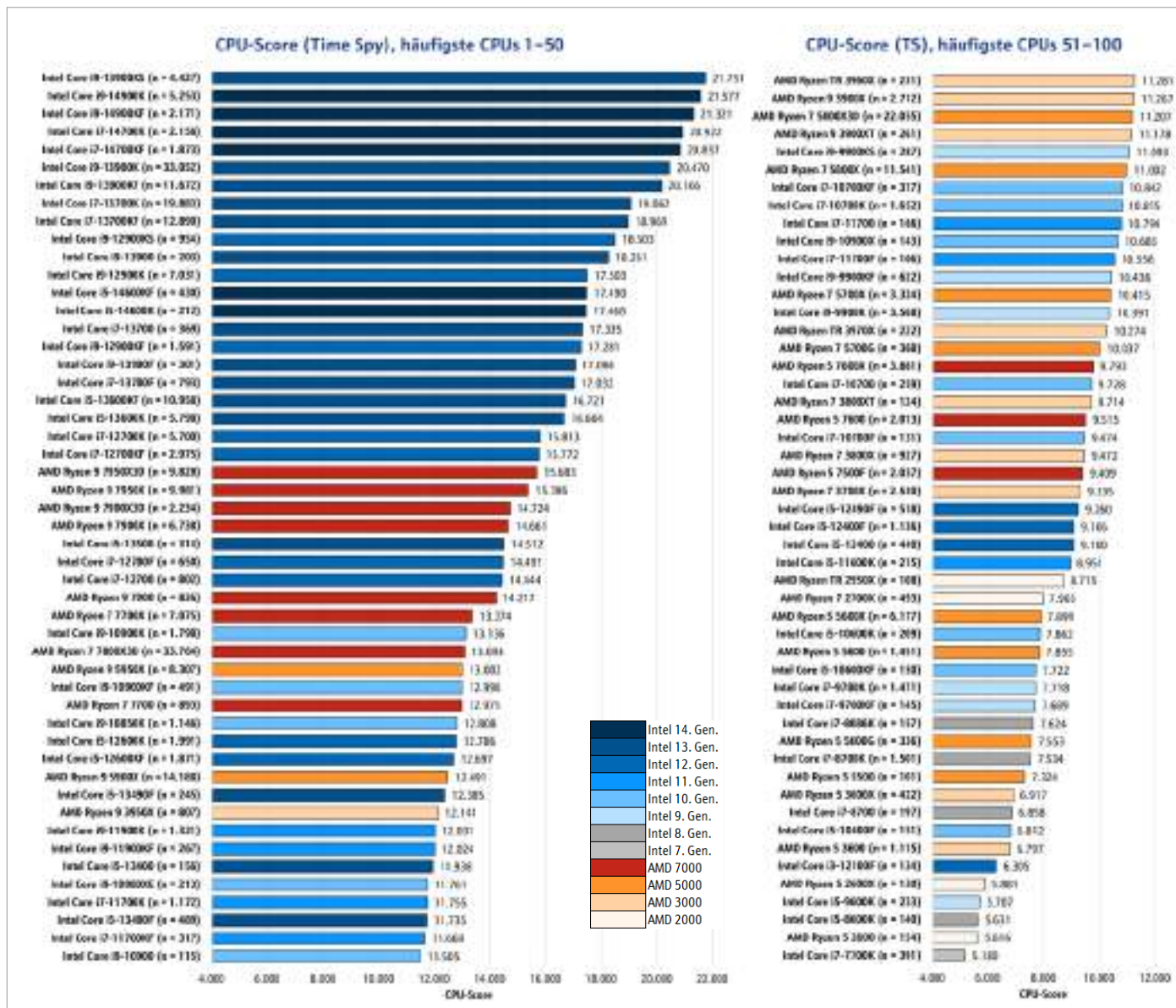
Teil 1 und 2 der 3DMark-Statistikanalyse von PCGH setzten den Fokus auf die Grafikleistung der stärksten Gaming-Karten von AMD und Nvidia. Der Time-Spy-Benchmark möchte darüber hinaus Aussagen zur Gesamtleistung von Spiele-Systemen treffen. Dafür bietet er drei

verschiedene Scores an: Grafikpunkte, berechnet aus den beiden Grafiktests, einen CPU-Score aus dem Prozessortest und den „Time Spy Score“ genannten Gesamtwert. Der gewichtet die Grafikpunkte mit 85 % und den CPU-Test mit 15 %. Die genaue Berechnungsmethode von UL Solutions finden Sie mit dem Web-Suchbegriff „Time Spy Formel“.

In diesem Kapitel dreht sich alles um die CPU-Leistung in Time Spy. Die Ergebnisse sorgen noch einmal für Zündstoff: Der CPU-Score ist

offenbar Intel-Land; kein AMD-Prozessor schafft es ins beste Viertel der häufigsten 100 Modelle. Die Unterschiede zwischen den besten CPUs in Blau und Rot sind eklatant. Spitzenreiter Intel i9-13900KS etwa liefert mit gemittelten 21.751 Punkten einen um 39 Prozent höheren CPU-Score als der nominal stärkste AMD-Prozessor Ryzen 9 7950X3D mit 15.683 Punkten.

Warum ist das relevant? Weil wir wissen, dass hohe CPU-Leistung positiv auf Bildraten wirkt, nicht nur in Time Spy, sondern auch in



Im CPU-Score nicht zu schlagen sind Intels Prozessorserien der 12.-14. Generation. Tiefblau gefärbt ist deshalb die obere Hälfte des Charts mit Platz 1-50. Erst auf Platz 23 tritt AMD in Erscheinung, mit dem R9 7950X3D als bester Ryzen-CPU. Gerade mal elf AMD-Prozessoren sind im linken Diagramm zu finden, acht davon aus der 7000-Reihe. Die Ryzen 5000 scoren höher als sie takteten – 5950X und 5900X schaffen es in die Top 40, gefolgt von einem einsamen R9 3950X. Auf der rechten Seite wird es dann wieder bunter, fast alle Serien sind vertreten. Prozessor Nummer 100, Intels neun Jahre altes Ex-Spitzenmodell Core i7-7700K, erreicht in Time Spy knapp ein Viertel der Punkteleistung seiner Ur-Ur-Ur-Ur-Enkel.



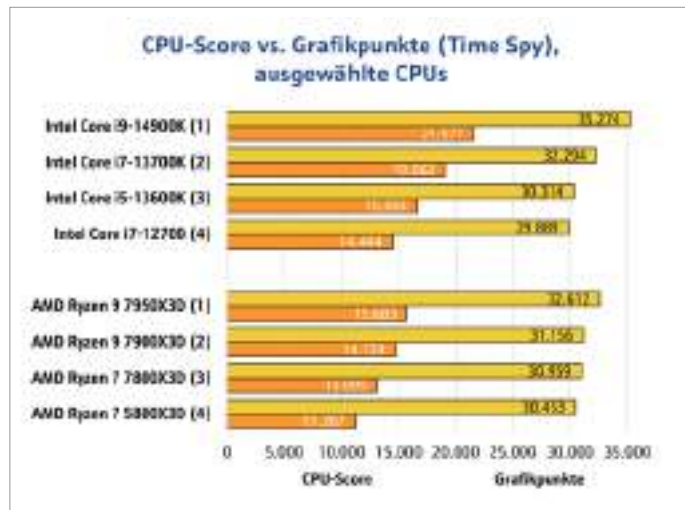
75.459 Time-Spy-Runs mit Nvidias GeForce RTX 4080 und 142.168 Läufe mit der 4090 fließen in diese CPU-Auswertung ein. Vor allem diese beiden Grafikkartenserien sorgen dafür, dass eine große Stückzahl starker Intel-Prozessoren im Datensatz vertreten ist.

Spieletiteln. Nun sind aber gerade die Ryzen-X3D-Varianten dafür bekannt, in CPU-Render-Tests nicht zu glänzen, beim Gaming aber trotzdem erstklassige Grafikleistung zu bieten. Wie bringt man die scheinbar widersprüchlichen Aussagen zusammen?

Wir machen die Probe aufs Exempel. Dafür werden die vier 3D-V-Cache-Prozessoren direkt mit starken Intel-Core-CPU's verglichen. Herausgearbeitet werden soll, ob ihre niedrigen CPU-Punkte die X3D-Ryzen auch in den Grafiktests an Boden verlieren lassen. Unter-

schiedslos für den Vergleich herangezogen werden wieder alle Benchmark-Läufe, die mit den sechs Radeon- und GeForce-Kartenserien durchgeführt wurden. Die auf acht Prozessoren reduzierte Sample-Zahl lautet 99.617.

Grafik- und 20.470 CPU-Punkte auf die Waage bringt. Darunter aber ist der Grafik-Punch aller vier Ryzen-CPU's absolut konkurrenzfähig. Darauf kommt es in Spieletiteln an, und Grafikpunktejäger wird das ebenfalls beruhigen. (rsk/ap)



Intel schlägt AMD klar beim CPU-Score. Am deutlichsten wird das, wenn die vier Vergleichspärchen (Zahlen in Klammern) separat betrachtet werden. Die gute Nachricht für alle Freunde des 3D-V-Caches: Die Unterstützung der Grafikleistung leidet darunter nicht.

Sodann bilden wir CPU-Pärchen gleicher Gewichtsklasse. Um eine faire Auswahl der Kontrahenten zu gewährleisten, wird die PCGH-Benchmark-Bestenliste „CPU-Tests 2024“ konsultiert. Den AMD-Teilnehmern 7950X3D, 7900X3D, 7800X3D und 5800X3D gegenübergestellt werden Intels 14900K, 13700K, 13600K und 12700. Es bestätigt sich: Im CPU-Test bleiben alle vier 3D-Cache-Prozessoren weit hinter ihren jeweiligen Intel-Pendants zurück. Dem aktuellen R9 7950X3D, bester der Ryzen-Reihe, gelingt es nicht, einem i5-13600K zu folgen. Publikumsliebbling 5800X3D verliert mehr als 3.000 Punkte auf einen Core i7-12700 aus 2021. Entwarnung gibt es dafür an der Grafikpunktfrente: Zwar wird weder der 14900K von einem X3D-Prozessor geschlagen noch sein Vorgänger Core i9-13900K, der 35.066

Fazit

PCGH

CPUs unter der Time-Spy-Lupe

In den abgefragten Kategorien Takt, Temperatur und CPU-Punkte der 100 beliebtesten Modelle in mehr als 300.000 Benchmark-Durchgängen sehen wir die Core-CPU's von Intel eine Nasenlänge vor den Ryzen von AMD. Was nicht behandelt wurde, ist die Effizienz – 3DMark bietet keine Verbrauchsdaten an. Auch zu Marktpreisen lesen Sie hier nichts, denn die sind stets in Bewegung. Je nachdem, welche Bedeutung Sie den beiden Themen beimessen, fällt Ihre persönliche Rangfolge womöglich anders aus. Wir freuen uns derweil schon auf die nächste Runde: die 9000X3D-Prozessoren von AMD und Intels „Ultra“-Antwort.



Bild: AMD

Erstmals dabei: AMDs Mittelklassekarten 7700 XT und 7800 XT. Die Einbeziehung dieser fünften und sechsten Grafikkartenserien aus dem 3DMark-Datensatz trägt dazu bei, dass in den Top-100-CPU-Charts auch schwächere Prozessoren vertreten sind. Denn aus den Erfahrungen mit den ersten beiden Statistikanalysen wissen wir: GPU- und CPU-Power gehen in den PC-Systemen der 3DMark-Anwender Hand in Hand.



Bild: AMD

Radeon RX 7900 XT (links) und die große Schwester 7900 XTX werfen zusammen 79.634 Time-Spy-Läufe in die Waagschale. Die traditionell hohe Markentreue von Spielern und Benchern mit AMD-Grafikkarten sorgt für den großen Prozessoranteil des Herstellers im 3DMark-Datensatz.

PCGH Digital im Abo

Jeden Monat neue Prämienvorteile!

Lesen Sie PCGH bequem am PC als Download-PDF, im Web oder auf Ihrem iOS-, Android- oder Amazon-Gerät!

1-Jahres-Abo

12 × PCGH

amazon.de

mit 10-Euro-Gutschein von
Amazon oder 2 Gramm
Carbonite Ultra WLP

www.pcgh.de/digital-only

*1-Jahres-Abo: 59,99 Euro

2-Jahres-Abo



+
Viele
weitere
Spiele!

24 × PCGH

GAMESPLANET

+ 1 brandaktuelles PC-Spiel
als Key von Gamesplanet

www.pcgh.de/digital2

**2-Jahres-Abo: 119,98 Euro (In Deutschland)



Weitere Vorteile

- » Werbe- und trackingfreier Zugang auf PCGH.de (Desktop + Mobile)
- » Printartikel im Webseitenlayout lesen
- » PCGH-Jahresarchive ab 2001 (PDF)

www.pcgh.de/digitalabo



Infrastruktur

Boards, Gehäuse, RAM, Eingabegeräte, SSDs, Netzteile und Co.

www.pcgameshardware.de/hardware

JBL Tour Pro 3: True Wireless In-Ears meet High-Tech

Auf der Gamescom stellte Audio-Spezialist JBL neue In-Ears vor. Im Test begeistern die Tour Pro 3 mit tollem Sound und vielen Features, darunter ANC und Surround.



Bild: JBL

Mit den Tour Pro 3 bietet Audio- und Kopfhörer-Spezialist JBL seit dem 14. September ein neues Top-Modell an. Die Tour Pro 3 kommen mit einem 1,6 Zoll messenden Touch-Panel. Über dieses können Sie bequem Lautstärke, Ladestand, den Equalizer und eine Reihe weiterer Features kontrollieren. Zur Verfügung stehen obendrein ANC in Form von JBLs True Adaptive Noise Cancellation 2.0 (inklusive „Environment-Aware“- sowie Talk-Trough-Modus), 360° Spatial Surround sowie Headtracking. Das Charging Case kann via USB-C mit dem PC oder mit USB-C-auf-Klinke mit einem AUX-Gerät verbunden werden und dient auch als Dongle.

Die Kopfhörer selbst sind über Bluetooth 5.3 mit dem Case verbunden. Via Auracast können zudem weitere Geräte, beispielsweise ein zweites Set In-Ears, angesteuert werden. Hochqualitatives Audio kann mit dem von Sony entwickelten LDAC (Lossless Digital Audio Codec) gestreamt werden. AptX, der Konkurrent von Qualcomm, steht indes nicht zur Verfügung. Für erweiterte

Features, darunter Klang-Tuning für ein- und ausgehendes Audio, kann eine App genutzt werden.

JBL verbaut in den Tour Pro 3 insgesamt 6 Mikrofone, die Stimme wird außerdem mittels JBLs Crystal-AI-Algorithmus aufbereitet. Den Sound liefert ein Hybrid Dual Driver, bestehend aus 5,1 x 2,8 mm Balanced Armature Driver für die Höhen sowie einem 10,2 mm Mitteltieftöner. Deren Sound ist klar, kraftvoll und dynamisch. Der Preis liegt bei knapp 300 Euro. (pr)

Tour Pro 3

Fazit: Günstig sind JBLs High-End-In-Ears nicht. Doch bieten sie ein sattes Feature-Paket, sehr überzeugendes ANC, eine komfortable Bedienung dank Touch-Pad, schnelles Laden sowie einen ausgezeichneten Sound. Top!

Hersteller: JBL

Web: de.jbl.com

Preis: Ca. € 300,- | Preis-Leistung: **Befriedigend**

PCGH-Preisvergleich www.pcg.de/preis/3278355

WERTUNG

★★★★★

Legenden leben länger: Shure SM7B im Kurztest

Mit dem SM7B hat Shure einen sehr beliebten Klassiker im Gepäck.

Mittlerweile als Sprecher und Podcast-Mikrofon rund um den Globus zu beobachten, hat das dynamische SM7B-Mikrofon seine Anfänge in den Siebzigerjahren. Mit dem Album „Thriller“ von Michael Jackson, das mithilfe des Vorläufers SM7 aufgenommen wurde, konnte das Modell schließlich Legenden-Status erreichen – mittlerweile ist das Mikrofon über 50 Jahre alt. Zeit, die moderne Auflage des Klassikers unter die Lupe zu nehmen und auf Herz und Nieren(-Charakteristik) zu prüfen.

Beim SM7B handelt es sich nicht um ein USB-Mikrofon, stattdessen erfolgt die Verbindung mit dem im Audio-Bereich üblichen XLR-Anschluss. Voraussetzung ist daher ein Audiointerface respektive Soundkarte mit XLR-Eingang. Über taugliche Preamps sollte das Interface ebenfalls verfügen, denn diese müssen beim SM7B stärker aufgedreht werden als bei anderen dynamischen Kandidaten. Das Signal des Mikrofons ist ver-

gleichsweise leise. Ist der Preamp aber mal aufgedreht, entfaltet sich ein sehr guter Sound. Man muss natürlich unterscheiden zwischen einem dynamischen und einem Kondensator-Mikrofon. Letzteres nimmt deutlich mehr Raumklang auf und bildet feine Höhen ab. Das dynamische Mikrofon ist dagegen sehr viel fokussierter auf die naheliegende Klangquelle und unempfindlicher gegenüber Hintergrundgeräuschen. Der Sound ist dabei dichter und weniger höhenbetont. Vergleichsweise wurde das Modell mit einem Shure Beta 58A sowie einem Rode NT1-A Kondensator-Mikrofon. Im Falle des SM7B zeichnet sich ein warmes Klangbild, das dem Beta 58A ähnelt, dabei aber trotzdem sehr fein gezeichnete Höhen à la Kondensator-Mikrofon liefert. Für Sprache ist das Mikrofon sehr gut geeignet, die Stimme klingt ausgewogen, voll und präzise. Durch den beigelegten Schaumstoff-Pop-Filter werden Luft- und Artikulationsgeräusche gut unterdrückt. Auch für Gesang eignet sich das Mikrofon optimal. Nicht umsonst setzen unzählige Künstler auf den Klassiker von Shure. Damit präsentiert sich das SM7B als sehr guter (Profi-)Allrounder. (jh)

SM7B

Fazit: Das SM7B ist ein legendäres Mikrofon und wird seinem Ruf auch heute noch voll gerecht. Ob für Sprache oder Gesang, der fantastische Sound rechtfertigt den Anschaffungspreis.

Hersteller: Shure

Web: www.shure.com

Preis: Ca. € 380,- | Preis-Leistung: **Gut**

PCGH-Preisvergleich www.pcg.de/preis/318326

WERTUNG

★★★★★



Bild: Shure

Asus ROG Azoth Extreme: extravagant, auch beim Preis

Die Asus ROG Azoth Extreme ist purer Luxus und ihr Preis von 570 Euro jenseits von Vernunft. Unser Test zeigt, ob die veredelte ROG Azoth den Preis wert ist.

Die Asus ROG Azoth Extreme ist die extrem veredelte Version der ROG Azoth. Sie hebt sich durch zusätzliche Features wie ein farbiges OLED-Display, verbesserte Materialien und eine luxuriöse Haptik vom Standardmodell ab. Wie das monochrome OLED-Display beim Standardmodell, ist auch das Farbdisplay bei der Extrem-Version mehr als nur eine visuelle Aufwertung. Es bietet nützliche Funktionen wie die Anzeige von CPU-Temperatur, Datum oder Tastenanschlägen pro Sekunde. Dazu unterstützt es die Individualisierung Ihrer Tastatur durch Bildergalerien und erleichtert die Einrichtung ohne Software. Mithilfe eines Drei-Wege-Schalters steuern Sie zusätzlich etwa die Lautstärke, Helligkeit und RGB-Effekte, ohne dass Sie dafür die Armoury-Crate-Software aufrufen müssen. Die Software bleibt jedoch eine Schwäche der luxuriösen Custom-Gaming-Tastatur. Sie ist weiterhin langsam und überladen mit unnötigen Funktionen wie dem Ingame-Shop.

Positiv ist hingegen die Möglichkeit, Tastenkombinationen auf der Fn-Ebene zu programmieren, um wichtige Funktionen wie die Helligkeit der Tasten oder die Profileinstellungen ohne Software zu verwalten. Der Drei-Wege-Taster rechts des OLED-Displays passt allerdings nicht zur hohen Qualität der Tastatur, da er aus Kunststoff besteht und leicht wackelt. Dafür punktet die Asus ROG Azoth Extreme mit ihrer sehr guten Akkuleistung. Ohne RGB-Licht und Display hält der Akku laut Asus bis zu 1.600 Stunden durch. Bei voller Beleuchtung und aktivem 2,4-GHz-Modus sind immerhin rund 92 Stunden drin, wenn Sie auf 8.000 Hz Polling-Rate per Booster-Dongle verzichten. Verwenden Sie nur die Tastenbeleuchtung und das Farbdisplay bleibt aus, erreicht die Akkulaufzeit etwa 245 Stunden. Der Akku wird beim Anschluss per Kabel automatisch geladen. Ein weiteres Highlight der Asus ROG Azoth Extreme ist ihre hochwertige Konstruktion. Das massive Gehäuse besteht aus Aluminium und wird in zwölf Fertigungsschritten hergestellt, darunter



Bild: Asus

CNC-Fräsen und Sandstrahlen. Diese Präzisionsarbeit verleiht der Tastatur ein Premiumgefühl und eine Luxushaptik. Weitere Details wie die magnetisch haftenden Aluminium-Stellfüße und die Kreditkarten-ähnliche Abdeckung für den Nano-Empfänger oder dessen Magnethalterung unterstreichen den hohen, luxuriösen Anspruch. Besonders hervorzuheben ist auch die dreifache Dämmung, die Vibrationen absorbiert und das Tippgeräusch erheblich reduziert. Die „Gasket Mount“-Dichtungshalterung für die Schalterplatte ist verstellbar, das ermöglicht die individuelle Anpassung des Tippgefühls. Im harten Modus sind die Anschläge direkter und knackiger, während der weiche flexiblere und gedämpfte Anschläge bietet – ideal für längere Schreibarbeiten.

Mit ihrem 75-Prozent-Layout spart die Tastatur Platz auf Ihrem Schreibtisch. Trotz der kompakten Größe ohne Nummernblock und mit nur 8 Mittelblocktasten ist das Layout übersichtlich und auch für Blindschreiber gut geeignet. Die hochwertigen PBT-Doubleshot-Tastenkappen bieten eine langlebige und wertige Haptik, allerdings lässt die Ausleuchtung von Sekundärfunktionen zu wünschen übrig. Dazu dringt durch die Vorderseite mit den Fn-Belegungen kein Licht. Die dank ihrer massiven Handballenablage op-

timal ergonomische Asus ROG Azoth Extreme verfügt über eine Hot-Swap-Schalterplatte, sodass Sie auch Alternativen zu den leichtgängigen, linearen ROG NX Snow Switches mit 45 gf Betätigungskraft nutzen können. Die vorgeschmierten Switches mit einem Auslöseweg von 1,8 mm (Hubweg: 3,6 mm) bieten ein sehr sanftes, lineares Tippgefühl und dank dreifacher Dämmung eine hervorragende Geräuschkulisse. Ihr Klang ist dezent und angenehm gedämpft, ideal für Gaming und Schreiben. Trotz Premium-Anspruch gibt es jedoch leichte Mängel bei der Gleichmäßigkeit der Schmierung. (f)

ROG Azoth Extreme

Fazit: Die Asus ROG Azoth Extreme bietet ein luxuriöses Tippgefühl, eine starke Geräuschdämmung, Top-Ausstattung sowie eine edle, extravagante Optik und Haptik. Ob Ihnen das 570 Euro wert ist, können nur Sie entscheiden.

Hersteller: **Asus**

Web: **www.pcgh.de/AzothExtreme**

Preis: **Ca. € 570,-** | Preis-Leistung: **Mangelhaft**

🔧 Ausstattung, wertige Fertigung	Ausstattung	1,0 +
👉 Ergonomie, 3 Bluetooth-Modi	Eigenschaften	1,30
👉 Tippgefühl, edler & leiser Klang	Leistung	1,35

PCGH-Preisvergleich www.pcgh.de/preis/3269649

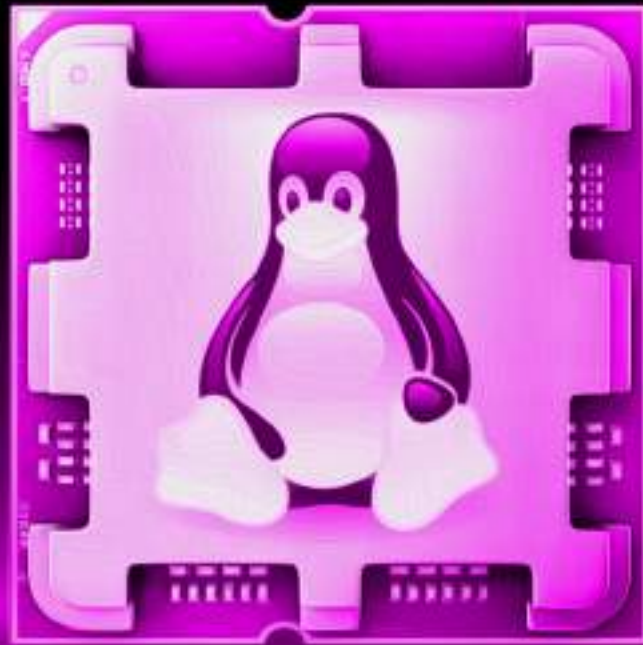
WERTUNG

1,17



Bild: Asus





Der perfekte Gaming-PC für Linux setzt auf Ryzen und Radeon

Bild: Sven Bauduin

Dank seiner weitreichenden Bemühungen in den Bereichen Linux und Open Source hat sich AMD einen exzellenten Ruf bei Anwendern des freien Betriebssystems erarbeitet und sollte daher auch bei der Konfiguration und Realisierung des bestmöglichen Gaming-PCs für Linux in Form einer aktuellen Ryzen-CPU und einer Radeon-Grafikkarte präferiert werden.

Wenngleich sich auch mit Intels hybriden Core-Prozessoren der 12. bis 14. Generation und Nvidias aktuellen Geforce-Grafikkarten ein spieletauglicher Linux-PCs realisieren lässt, geben die Befürworter des freien Betriebssystems zumeist den CPUs und GPUs von AMD den Vorzug.

Das liegt nicht zuletzt an deren hervorragenden freien Treibern und dem vollständig im freien Grafikstack Mesa 3D implementierten Featureset, welches auch erweiterte Funktionen wie die Upscaling-Technologie

FidelityFX Super Resolution („FSR“) sowie den Direktzugriff der CPU auf den Grafikspeicher mittels Smart Memory Access („SAM“) unter Linux verfügbar macht. Dank des freien Vulkan-Grafiktreibers für AMD Radeon („RADV“), welcher als Alternative zu AMDs offiziellem Vulkan-Grafiktreiber („AMDVLK“) entwickelt und direkt in Mesa 3D implementiert worden ist, hat sich auch die Beschleunigung von Echtzeit-Raytracing unter Linux signifikant verbessert. Auch in dieser Hinsicht braucht sich der Linux-PC mit Vulkan-API nicht mehr hinter

dem Windows-PC und Microsofts DirectX-Schnittstelle verstecken.

Nobara Linux als Beispiel

Als Basis für den „perfekten“ Gaming-PC unter Linux setzt PCGH wie gewohnt auf die dedizierte Gaming-Distribution Nobara Linux, welche in der neuesten Version 40 („Fourty“) mit dem aktuellen freien Systemkernel Linux 6.11 und der frischen Desktop-Umgebung KDE Plasma 6.1.5 zum Einsatz kommt.

Das noch vergleichsweise junge Nobara Project, welches von Thomas

(„GloriousEggroll“) Crider, seines Zeichens leitender Software-Ingenieur beim US-amerikanischen Linux- und Enterprise-Giganten Red Hat tätig, ins Leben gerufen wurde, baut die äußerst populäre und unter Spielern stark verbreitete Linux-Distribution Fedora Workstation von Grunde auf zu Nobara Linux um. Mit dabei sind zudem bereits alle wichtigen Softwarepakete, welche nach der Installation des Betriebssystems über die intuitiv zu bedienende Paketverwaltung der Gaming-Distribution auf den neuesten Stand gebracht werden.

Gaming-Grundlagen für unseren Linux-Rechner

- Mesa 3D v24.2.2
- GStreamer v1.24.7
- Proton GE Custom v9-13
- Wine GE Custom v8-26
- KDE Plasma v6.1.5
- DXVK v2.4

Alle Softwarepakete sind bereits an Bord

Die nachfolgenden Softwarepakete sind für das Spielen unter Linux besonders relevant und sollten unbedingt auf den neuesten Versionsstand gebracht und anschließend vom Anwender fortlaufend aktuell gehalten werden.

Steam und Proton: Der bekannte und für Spieler essenzielle Steam-Client, welcher den Zugriff auf Valves populäre Spiele-Vertriebsplattform Steam ermöglicht, ist ebenso mit an Bord, wie die auf der zu Windows kompatiblen Laufzeitumgebung und Kompatibilitätsschicht Wine basierende Software Proton, welche die ursprünglich für Windows entwickelte Steam-Spiele unter Linux lauffähig macht.

Proton GE und Wine GE: Das Gaming-Betriebssystem verfügt außerdem bereits im Auslieferungszustand über die angepassten und auf Spieleleistung optimierten Abspaltungen („Forks“) von Proton und Wine, welche auf die Bezeichnungen Proton GE und Wine GE hören und ebenfalls seit Jahren von Thomas („GloriousEggroll“) Crider entwickelt und mit Hilfe der großen Linux-Community gepflegt werden.

Um Proton GE Custom und Wine GE Custom entsprechend komfortabel und schnell auf den neuesten Stand bringen zu können, wird das Softwarepaket ProtonUp-Qt Updater inklusive grafischer Benutzeroberfläche gleich mitausgeliefert.

Mesa 3D und DXVK: Auch der freie Grafikstack Mesa 3D, welcher als Grafikbibliothek die gesamten Spezifikationen von OpenGL umsetzt, sowie DXVK, ein Übersetzer von DirectX 8, 9, 10 und 11 zu Vulkan, sind bereits in Nobara Linux vertreten und sollten auf den neuesten Stand gebracht werden. Beide Softwarepakete haben einen unmittelbaren Einfluss auf die unter Linux erreichbare Gaming-Performance.

Ein optimierter Gaming-System-Kernel

Das Open-Source-Projekt bietet speziell an Spieler adressierte Verbesserungen, wie FUTEX2, einem Mutex-Mechanismus für eine noch effizientere CPU-Nutzung, und weitere direkt im Betriebssystem-Kernel der Gaming-Distribution integrierte Patches und Optimierungen.

Die in der Tabelle unterhalb aufgeführten Tweaks, Patches und Optimierungen sind bereits im angepassten Kernel des Betriebssystems enthalten.

Die in dem Kernel integrierten Patches erhöhen nicht nur die Gaming-Performance des Betriebssystems, sondern ermöglichen auch ein erweitertes Featureset mit Freesync, HDR und RGB-Steuerung sowie einem erweiterten Energiemanagement mittels Collaborative Processor Performance Control („CPPC“). Dank Linux 6.11 kommen weitere Optimierungen für Ryzen und Radeon hinzu.

AMD Core Performance Boost: Linux 6.11 fügt dem AMD P-State-Treiber den von Windows bekannten AMD Core Performance Boost hinzu, welcher es jetzt auch Linux-Betriebssystemen ermöglicht, Turbo- und Boost-Frequenzbereiche ein- oder auszuschalten und die Leistungssteigerung für jeden einzelnen Kern gezielt zu steuern.

AMD Fast Collaborative Processor Performance Control: Ebenfalls neu im AMD P-State-Treiber ist AMD Fast CPPC. Die fortschrittliche Stromsparfunktion für Ryzen-Prozessoren auf Basis von Zen 4 („Persephone“) und Zen 4c („Dionysus“) liefert effektiv eine um 2 bis 6 Prozent bessere Leistung, bei gleichem Stromverbrauch (je nach Aufgabe und Anwendungsszenario) und erhöht so die Effizienz.

Patches für AMD Ryzen und Radeon

Die CPU-Patches für AMD CPPC und die diversen Zen-Architekturen sowie die zahlreichen GPU-Patches für den Open-Source-Grafiktreiber „AMDGPU“ sorgen indes für mehr Leistung und zusätzliche Fps. Auch aus diesem Grund wird der optimale Gaming-PC für Linux auf Hardware von AMD setzen.



Nobara Linux 40 mit Linux 6.11 und KDE Plasma 6 kommt bereits mit allen für Spieler relevanten Softwarepaketen daher und muss nach der Installation lediglich aktualisiert werden.



Der Ryzen 7 7800X3D ist auch unter Linux die momentan attraktivste Gaming-CPU und erzielt gemessen an Leistung und Effizienz absolute Bestwerte.

Kernel-Patches und Optimierungen in Nobara Linux 40

- Kernel-Patch für FUTEX2
- Kernel-Patch für Freesync-Kompatibilität
- Kernel-Patch für eine bessere WineSync-Kompatibilität
- Kernel-Optimierung mit dem HDR-Patch von GameScope
- Kernel-Optimierungen für AMD Zen 1, Zen 2, Zen 3, Zen 4 und Zen 5
- Kernel-Optimierung für AMD CPPC mit Zen 3, Zen 4 und Zen 5
- Kernel-Optimierungen für die Grafiktreiber von Nvidia
- Kernel-Optimierungen für die Grafiktreiber von AMD
- Kernel-Optimierung für OpenRGB
- Support für Android + Waydroid
- Support für Microsoft Surface
- Support für das Steam Deck
- Support für SimpleDRM

Die verschiedensten Leistungsme-
triken, wie Fps und Temperaturen
sowie die CPU- und GPU-Auslas-
tung, lassen sich komfortabel über
das für die Grafik-Schnittstellen
OpenGL und Vulkan ausgelegte
Overlay MangoHud auslesen, wel-
ches sich ähnlich wie HWiNFO
und der MSI Afterburner verhält.

Auch andere Hindernisse, die ins-
besondere Linux-Einsteiger und
Windows-Umsteiger vor so manche
Herausforderung stellen können,
werden vom Entwickler bereits
„Out-of-the-Box“ umschifft, sodass
Nutzer ohne tiefgehende Vorkennt-
nisse eine weitgehend reibungslose
Erfahrung machen können.



Die Radeon RX 7900 GRE zählt zu den RDNA-3-Grafikkarten mit dem besten Preis-
Leistungs-Verhältnis (direkt nach der 7800 XT) und kann ihr gesamtes Featureset
unter Linux in den Ring werfen.



Das Asus TUF Gaming B650-E WIFI ist ein solides AM5-Mainboard, welches alle An-
sprüche an einen Gaming-PC erfüllt und vergleichsweise günstig ist.



Die Western Digital Black SN770 bietet nicht nur 2 TByte SSD-Speicherplatz, son-
dern auch erprobte und verlässliche Speicherbausteine sowie hohe Performance.

Spiele-Clients sind dabei

Damit Spieler nach der schnell von
der Hand gehenden Erstinstalla-
tion des freien und quelloffenen
Betriebssystems auch direkt loslegen
können, sind auch die relevanten-
sten Spiele-Clients und populärsten
Spiele-Vertriebsplattformen bereits
werkseitig unter Nobara Linux vor-
installiert.

Neben dem bekanntesten Vertreter
seiner Zunft, dem Steam-Client mit
Steam Play, sind auch der Spielema-
nager Lutris, EmuDeck, RetroArch,
der Heroic Games Launcher, Play-
OnLinux, GameHub, Bottles und
Itch.io verfügbar.

Auf diesem Weg finden neben di-
versen Retro-Plattformen auch der
Epic Games Store und GOG ihren
Weg unter Linux. Dem Anwender
steht dabei völlig frei, mit welchem
der enthaltenen Spielmanager er
seine Spiele-Bibliothek organisiert.

Auf die passende Hardware kommt es an

Nachdem wir die entsprechende
Software-Basis für den Gaming-
Rechner unter Linux bereits zu-
sammengestellt haben, stellt sich
natürlich die Frage, auf welcher
Hardware soll das System schluss-
endlich laufen? Aufgrund der Tat-
sache, dass sich die Kompatibili-
tätsfrage unter Linux mittlerweile
gar nicht mehr stellt, kommen hier
dieselben Komponenten zum Ein-
satz, die wir grundlegend auch für
einen Gaming-PC mit Windows 11
empfehlen können.

CPU: Ryzen 7 7800X3D

Bei der CPU fällt die Wahl ganz
klar auf den Ryzen 7 7800X3D für
aktuell rund 400 Euro, welcher ge-
meinsam mit dem größeren Ryzen 9
7950X die momentan schnellste
und hinter dem kleineren Ryzen 5
7600X3D der zweiteffizienteste
aktuelle Gaming-Prozessor ist. Mit
seinen acht schnellen Zen-4-Pro-
zessorkernen, welche dank SMT
(„Simultaneous Multithreading“)
insgesamt 16 Threads simultan ab-
arbeiten können, seiner hohen IPC
und einer durchschnittlichen Lei-
stungsaufnahme von weniger als 60
Watt in Spielen, spielt der Ryzen 7
7800X3D seine 64 MiByte 3D-V-
Cache auch unter Linux voll aus
und ist auch hier ganz klar die erste
Wahl für Spieler.

GPU: Radeon RX 7900 GRE

Als Grafikkarte kommt die Radeon
RX 7900 GRE zum Einsatz. Die
drittschnellste RDNA-3-Grafik-
karte ist derzeit ab circa 580 Euro
erhältlich und erreicht damit ein
starkes Preis-Leistungs-Verhältnis.
Dank AMDs Open-Source-Bemü-
hungen und Mesa 3D kann sie das
gesamte Featureset der aktuellen
Mikroarchitektur auch unter Linux
aufbieten.

Im GPU-Leistungsindex von
PCGH schlägt die Radeon RX 7900
GRE, welche auf 80 Compute Units
und 5.120 Stream-Prozessoren zu-
rückgreifen kann, die Radeon RX
7800 XT deutlich und liegt rund 20
Prozent hinter der knapp 700 Euro
kostenden Radeon RX 7900 XT.
Durch ihren üppigen Speicheraus-
bau mit 16 GiByte GDDR6-Gra-
fikspeicher ist die Radeon RX 7900
GRE zudem vergleichsweise zu-
kunftssicher. Die Leistungsaufnah-
me von durchschnittlich rund 100
Watt unter Full HD mit 60 Fps und
maximal 250 Watt in der Spitze ist
der Leistung der Grafikkarte absolut
angemessen, wenngleich aktuelle
Geforce-Grafikkarten noch einmal
deutlich sparsamer und effizienter
zu Werke gehen.

Mainboard: Asus TUF Gaming B650-E WIFI

Das Asus TUF Gaming B650-E
WIFI ist ein sehr solide ausgestat-
tetes AM5-Mainboard, welches alle
für Spieler relevanten Features ab-
deckt und mit einem Preis von rund
150 Euro im Vergleich zu den Wett-
bewerbern vergleichsweise günstig
ist. Zuletzt ist die Hauptplatine,
die neben einer hochwertigen Span-
nungsmodulation mit 10 Phasen
(8 + 2) auch Extras wie Wi-Fi 6E
bietet, noch einmal rund 30 Euro
im Preis gefallen und hat sich damit
schlussendlich knapp den Vorzug
vor dem MSI MAG B650 Toma-
hawk WIFI verdient, das aktuell für
rund 190 Euro gehandelt wird und
als erste Alternative angesehen wer-
den darf.

Arbeitsspeicher: Corsair Vengeance mit 32 GiByte

Das Corsair Vengeance RGB mit
insgesamt 32 (2x 16) GiByte
DDR5-6000 und einer vergleichs-
weise niedrigen CAS-Latenz von 30
Taktzyklen ist momentan eines der
beliebtesten DDR5-Speicherkits

im PCGH-Preisvergleich. Das liegt zum einen daran, dass das Speicherpärchen mit einer Geschwindigkeit von 6.000 MT/s exakt den „Sweet-spot“ aktueller Ryzen-Prozessoren trifft und zum anderen daran, dass das RAM-Kit mit einem Preis von aktuell rund 125 Euro ein sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis aufweist. Da unser für Linux-Gaming optimierter PC vollständig auf Hardware von AMD setzt, ist außerdem zu begrüßen, dass das Corsair Vengeance RGB das schnelle Laden der besten Speichertimings mit der Hilfe des OC-Features AMD Expo („Extended Profiles for Overclocking“) unterstützt.

SSD: WD Black SN770

Nobara Linux 40 kommt – gerne auch im Dual-Boot mit Windows 11 – auf einer Western Digital WD Black SN770 mit 2 TByte SSD-Speicherplatz zum Einsatz, welche mit 5,15 GB/s (lesend) und 4,85 GB/s (schreibend) nicht nur besonders schnell, sondern mit einem Preis von rund 115 Euro auch verhältnismäßig günstig ist.

Der 3D-NAND, welcher auf erprobte TLC-Speicherbausteine von Kioxia mit 112 Layern („BiSC5“) setzt, und der schnelle SLC-Cache sind ein weiterer Pluspunkt der mittels PCI-E-4.0 x4 angebundenen NVME-SSD.

Zu den genannten Hardware-Komponenten müssen noch ein Markennetzteil mit 600 Watt wie das Be Quiet Pure Power 11 mit 600 Watt und ATX 2.4 (ab ca. 65 Euro), ein ausreichend dimensionierter CPU-Kühler wie der Thermalright Peerless Assassin 120 SE (ab ca. 35 Euro) und ein solides ATX-Gehäuse wie etwa das Be Quiet Pure Base 500 (ab ca. 70 Euro) hinzugekauft werden und fertig ist der Gaming-PC für Linux.

Summa summarum

Zu einem Preis von etwas über 1.500 Euro lässt sich ein schneller und effizienter Gaming-PC für Linux realisieren, welcher das gesamte Featureset seiner Ryzen-CPU und Radeon-Grafikkarte auch unter dem freien Betriebssystem einwand-

frei entfalten kann. Wie die Linux-Benchmarks der Redaktion bereits in den vorangegangenen Ausgaben eindrucksvoll unter Beweis gestellt haben, sorgen nicht zuletzt auch die zahlreichen Optimierungen von Nobara Linux 40 dafür, dass sich die Gaming-Performance in den meisten Fällen auf Augenhöhe mit Windows 11 und teilweise sogar höher liegt – in vielen Beispielen wie Far Cry 6 (+12 % für Nobara OS) oder Starfield (+8 % für Windows 11) liegt der Fps-Unterschied zwischen Microsofts OS und Nobara bei rund

± 10 %. Beim Thema Anti-Cheat-Lösungen sollten jedoch Linux und die Proton-API noch weiter ausgebaut werden, wie jüngst auch das im September veröffentlichte GTA 5 Online Update mit Battle-Eye (und dadurch wegfallendem Linux-Support) illustriert. Linux-Gaming kann mittlerweile dennoch attestiert werden, sich zu einer echten Alternative entwickelt zu haben. Auch wenn Windows noch für die meisten PC-Spieler die erste Wahl bleibt – Gewohnheit und Kompatibilität sei Dank. (sb/re)

Exemplarischer Linux-Gaming-Rechner

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
CPU	AMD Ryzen 7 7800X3D	€ 400,-
Mainboard	Asus TUF Gaming B650-E WIFI	€ 150,-
Arbeitsspeicher	Corsair Vengeance 32 GiByte DDR5-6000 CL30	€ 125,-
Grafikkarte	AMD Radeon RX 7900 GRE	€ 580,-
SSD (M.2)	Western Digital WD Black SN770 PCI-E-4.0 mit 2 TB	€ 115,-
CPU-Kühler	Thermalright Peerless Assassin 120 SE	€ 35,-
Netzteil	Be Quiet Pure Power 11 mit 600 Watt	€ 65,-
Gehäuse	Be Quiet Pure Base 500	€ 70,-
Gesamtpreis		€ 1.540,-

ANZEIGE

Vollversion auf der aktuellen Heft-DVD

Vermintide ist ein episches, kooperatives, actionreiches Kampfabenteuer, das in der Endzeit des Kultuniversums von Warhammer Fantasy spielt.



**Jetzt
ausprobieren**

Externe Radiatoren

Eine Wasserkühlung mit externem Radiator bietet ungeahnte Kühlleistung im Vergleich zu einem rein internen Kreislauf. PCGH bietet Ihnen eine Übersicht über aktuelle Modelle und vergleicht sie miteinander.

Aktuelle Oberklasse-Hardware realisiert ihre Mehrleistung unter anderem durch steigende Stromverbräuche, so stoßen gängige Kühllösungen immer häufiger an Grenzen – thermische Limits der Hardware, akustische Limits der User oder physische Limits des Platzangebots. Selbst interne Was-

serkühlungen kommen längst nicht mühelos mit sämtlichen Hardware-Konfigurationen klar, sodass die Wassertemperatur oft ungewollt hoch ausfällt. Externe Radiatoren hingegen bieten seit jeher ungeahnte Kühlleistung und versprechen, selbst bei niedriger Lautstärke die Wassertemperatur niedrig zu halten.

Grundlagen

In einer Wasserkühlung wird ein Kühlmittel, in der Regel Wasser mit Zusätzen, zum aktiven Wärmetransport innerhalb eines Kreislaufts verwendet. Über entsprechende Kühlblöcke auf der wassergekühlten Hardware nimmt das Wasser die Abwärme auf. Durch einen oder meh-

rere Radiatoren wird die Abwärme vom Wasser an die Luft übertragen. Die Pumpe transportiert das Wasser aktiv durch den Kreislauf. Anschlüsse und Schläuche oder Rohre verbinden alle Teile miteinander.

In diesem Artikel liegt der Schwerpunkt auf dem Radiator. Üblicher-



Folgende Produkte finden Sie im Test

- Alphacool Nexxos XT45 1080 Nova
- Alphacool Nexxos XT45 1260 Supernova
- Aquacomputer Airplex Modularity System 360mm (3x)
- Aquacomputer Airplex Gigant 3360
- Watercool Mo-Ra IV 200
- Watercool Mo-Ra IV 400
- Watercool Mo-Ra IV 600

weise wird dieser aktiv durch Lüfter belüftet, es gibt allerdings auch passive Konzepte. Je mehr und je kühler Luft durch den Radiator strömt und auf umso größerer Fläche diese Wärme übernehmen kann, desto besser fällt auch die Kühlleistung aus. Große Radiatoren bieten viel Kühlfläche und außerhalb eines PC-Gehäuses platziert lassen sie sich auch leicht mit großen Mengen kühler Raumluft versorgen. Grundsätzlich kann dabei jeder interne Radiator auch extern eingesetzt werden, jedoch bieten einige Hersteller auch Modelle gezielt für den externen Einsatz an. Im Gegensatz zu Lösungen für den internen Einsatz müssen diese in ihren Abmessungen keine Rücksicht auf das begrenzte Platzangebot in Gehäusen nehmen, dafür spielen Optik sowie optionale Zusatzausstattung für den eigenständigen Betrieb eine größere Rolle.

Testkandidaten

Für diesen Test wurden uns Radiatoren aller Anbieter externer Lösungen zur Verfügung gestellt – Alphacool, Aquacomputer und Watercool. Allgemein ist die Verarbeitungsqualität bei Watercool und Aquacomputer einwandfrei und lässt keine Wünsche offen, bei den wesentlich günstigeren Radiatoren von Alphacool hingegen waren die Lüftergewinde unsauber, Anwender berichten auch von schiefen Anschlussgewinden, und die Lackierung ist generell uneinheitlich: Nur aus einer Blickrichtung sind die Lamellen flächendeckend schwarz, auf der anderen Seite lässt der lückenhafte Farbnebel rötliches Kupfer durchschimmern. Laut Alphacool verbessert dies die Wärmeabgabe, es sieht aber aus wie Rost.

Watercool Mo-Ra IV 400: Die beste Wahl. Die Mo-Ra 3-Reihe galt jahrelang als der Standard für externe Radiatoren und dies zurecht. Einwandfreie Kühlleistung, hohe Qualität und effektives Zubehör ließen wenig zu wünschen übrig, insbesondere das etwas größere Modell für neun 140-mm- oder vier 200-mm-Lüfter wurde gerne gekauft. Der Nachfolger schließt an diese Stärken an. Seine Kühlleistung fällt noch einen Tick besser aus, vor allem wird aber das (kostspielige) Zubehör um interessante Möglichkeiten erweitert. Während der Mo-Ra 3 durch Montagemöglichkeiten außerhalb des Gehäuses wie Standfüße, Wandhalterung, Lüftergitter und Halblech für Pumpe und Ausgleichsbehälter besticht, integriert Watercool nun eine Steuerelektronik und verbessert die Verkabelung. Vor allem die optionale Blende für 140-mm-Lüfter besticht durch ein integriertes Stromverteilungssystem, aber auch von der Basisausführung für 200-mm-Lüfter muss nur noch ein einzelnes Steuerungs- und Versorgungskabel in den PC geführt werden. Wer möchte, kann sogar eine vollwertige Lüftersteuerung einschließlich Pumpe und Ausgleichsbehälter anbauen. So wird der Mo-Ra IV 400 zu einer kompletten externen Wasserkühlung mit entsprechendem Preis, aber auch „nur“ als externer Radiator stellt er eine attraktive Komplettlösung dar, die man optisch noch durch RGB-Beleuchtung aufwerten kann.

Alphacool Nexxos XT45 1260 Supernova: Preiswerte Leistung. Ähnlich groß, aber exakt gegenteilig optimiert besticht der Supernova 1260 mit seinem einwandfreien Preis-Leistungs-Verhältnis. Hier liegen

sowohl die 4x-200- als auch die 9x-140-mm-Montageblende direkt ab Werk bei. Optionales Zubehör gibt es dagegen kaum und wo der Mo-Ra mit einer ansprechenden Verkleidung daherkommt, entspricht der Supernova optisch wie haptisch den internen Nexxos-

Modellen – nur wesentlich größer. Entsprechend der Optimierung letztgenannter erreicht auch die Kühlleistung erst bei relativ starken Lüftern Watercool-Niveau, im Silent-Betrieb ist sie nur „einwandfrei“. Größter Verkaufspunkt ist somit der Preis, der Supernova stellt



Nagelneue Baureihe: Mo-Ra IV

Zufällig kurz vor diesem Test beerbt die Mo-Ra-IV-Reihe Watercools Mo-Ra 3. Schwerpunkt ist dabei die Bestückung mit 200-mm-Lüftern, explizit Noctuas NF-A20. Schon zu Zeiten des Mo-Ra 3 420 fertigte der Hersteller eine Blende speziell für diese Lüfter an, welche eine allgemeine Halterung für vier große Lüfter ablöste. Watercool gibt an, dass die deutliche Mehrheit der Kunden ihren Mo-Ra 3 mit NF-A20 ausstattete. Die neuen Radiatoren wurden somit speziell auf die Verwendung der großen Lüfter ausgelegt; der Mo-Ra IV 200 ist sogar exklusiv nur so bestückbar und einen Nachfolger für den Mo-Ra 3 360 (4x 180 mm) gibt es nicht. Für die beiden größeren Modelle sind aber 140-mm-Lüfter-Blenden separat erhältlich. Eine weitere wichtige Neuerung ist das erweiterte Zubehör, welches nun auch Steuerelektronik explizit für die Verwendung am externen Mo-Ra beinhaltet und die Verkabelung deutlich erleichtert. Funktional sind die neuen Radiatoren verstärkt auf niedrigere Drehzahlen optimiert, was jedoch etwas Leistung im höheren Drehzahlbereich kostet.



Gute Leistung und Qualität haben den Radiatoren der über ein Jahrzehnt als Referenz geltenden Mo-Ra-3-Reihe eine große Verbreitung in der Community verschafft.



Alphacools Nova-Radiatoren (früher in ähnlicher Form von Phobya vertrieben) treten seit Langem mit guter Leistung zu ansprechenden Preisen gegen Watercool an.



Mit einer Lüftervollbestückung bleibt im Inneren des Giganten nur ein 140 × 140 mm großer Schacht – zu knapp, um 24 Lüfter parallel zu versorgen.

Leistungsvergleich mit 120-/140mm-Lüftern

Temperaturdifferenz Wasser zu Luft bei 0,1 Sone

Mo-Ra IV 600 (520 U/min)	2,8	6,7
2× Supernova 1260 (520 U/min*)	4,5	8,4
Mo-Ra IV 400 (550 U/min)	5,9	9,5
Gigant 3360, durchblasend (550 U.)	6,0	9,8
Mo-Ra 3 420 (550 U/min)	6,9	10,9
Supernova 1260 (550 U/min)	6,6	10,9
Gigant 3360, ausblasend (550 U.)	8,4	12,4
3× Nexxos ST30 360 (600 U/min)	8,9	13,0
3× AMS 360 (600 U/min)	9,2	13,2
Nova 1080 (600 U/min)	9,2	13,3
Mo-Ra 3 360 (600 U/min*)	9,1	13,3
2× AMS 360 (600 U/min*)	13,1	17,3

Temperaturdifferenz Wasser zu Luft bei 0,4 Sone

Mo-Ra IV 600 (900 U/min)	2,2	6,3
2× Supernova 1260 (900 U/min*)	2,1	6,1
Mo-Ra IV 400 (940 U/min)	3,0	6,8
Gigant 3360, durchblasend (775 U.)	4,3	8,1
Mo-Ra 3 420 (940 U/min)	2,6	6,6
Supernova 1260 (940 U/min)	3,3	7,8
Gigant 3360, ausblasend (775 U.)	6,0	10,1
3× Nexxos ST30 360 (1.000 U/min)	4,6	8,7
3× AMS 360 (1.000 U/min)	5,0	9,0
Nova 1080 (1.000 U/min)	4,2	8,1
Mo-Ra 3 360 (1.000 U/min)	5,0	9,2
2× AMS 360 (1.000 U/min*)	7,4	11,3
AMS 360 (1.000 U/min*)	17,3	21,1

Temperaturdifferenz Wasser zu Luft bei 1,9 Sone

Mo-Ra IV 600 (1.300 U/min)	2,3	6,2
2× Supernova 1260 (1.300 U/min*)	2,0	5,8
Mo-Ra IV 400 (1.350 U/min)	3,0	6,8
Gigant 3360, durchblas. (1.165 U.)	3,2	7,2
Mo-Ra 3 420 (1.350 U/min)	2,4	6,4
Supernova 1260 (1.350 U/min)	2,4	6,6
Gigant 3360, ausblas. (1.165 U.)	4,0	8,0
3× Nexxos ST30 360 (1.500 U.)	2,5	6,4
3× AMS 360 (1.500 U/min)	3,3	7,2
Nova 1080 (1.500 U/min)	2,5	6,3
Mo-Ra 3 360 (1.500 U/min)	3,2	7,3
2× AMS 360 (1.500 U/min*)	4,9	8,5
AMS 360 (1.500 U/min*)	12,3	16,1

System: i7-6900K @ 4,0 GHz, MSI X99A Tomahawk, MSI RTX 3090 Ti Suprim X, Aquaro; 60 l/h Bemerkungen: **Vergleichsmessungen mit identischer Drehzahl und leicht abweichender Lautheit. Wasser-Durchschnittstemperatur aus heißester und kältester Stelle.

Kelvin
Min. ⌀
◀ Besser

eine funktionale, bezahlbare Lösung mit Fokus auf das Wesentliche dar.

Watercool Mo-Ra IV 600: Der Benchmark. Würde es ausschließlich um Kühlleistung gehen, wäre der Mo-Ra IV 600 ohne jeden Zweifel der unangefochtene Testsieger. Der Radiator erinnert an seinen Bruder „400“, einschließlich all dessen Features und Zubehöroptionen. Mit einer um 50 Prozent größeren Kantenlänge (!) bietet der „600“ aber die 2,25-fache Fläche und dominiert damit unsere Testergebnisse. Selbst zwei „kleinere“ Radiatoren können gegen Watercools Topmodell mit 9 200- oder gar 16 140-mm-Lüfter nicht bestehen. Gleichzeitig ist die enorme Größe aber auch die Achillesferse dieses Radiators, welcher selbst für externe Verhältnisse gewaltig ist und sich nur in wenige Inneneinrichtungen einfügen dürfte. Dazu gesellt sich ein stattlicher Preis, der inklusive 140-mm-Blende auf dem Niveau von drei Supernova 1260 liegt.

Alphacool Nexxos XT45 1080 Nova: Einstieg mit allen Vorteilen. Wer von internen Wasserkühlungen kommt,

der wird mit dem Nova 1080 wenig vermissen. Der Radiator bietet eine gute Kühlleistung zu einem guten Preis. Im Vergleich zum großen Bruder 1260 ist der Nova 1080 spürbar kleiner und entsprechend schwächer, zudem muss man hier die Blende für eine Bestückung mit vier großen Lüftern (in diesem Fall 180 mm) extra erwerben – die 120-mm-Option leistet aber ohnehin mehr. Genauer gesagt kühlt der Radiator mit aktiver Lüfterausstattung immer noch jedes System mit Leichtigkeit, was ihn nur aus Sicht der noch extremeren Konkurrenz zur „Spar“-Lösung macht, während Normalanwender schon überversorgt sind.

Aquacomputer Airplex Gigant 3360: Goliath. Apropos „extremere Konkurrenz“. Der Gigant hat seinen Namen wirklich verdient. Mit fast einem Meter Höhe ist er ein wahrer Kühlturm, der mit reichlich gebürstetem Edelstahl zwischen massiven, schwarzen Delrin eine beeindruckende Optik auffährt. Wer es noch extravaganter möchte, kann die Lamellenpakete dazwischen sogar in Kupferausführung ordern oder eine

Leistungsvergleich mit 180-/200mm-Lüftern

Temperaturdifferenz Wasser zu Luft bei 0,1 Sone

Mo-Ra IV 600 (370 U/min)	4,0	7,9
2× Supernova 1260 (370 U/min*)	4,4	8,4
Supernova 1260 (390 U/min)	7,3	11,3
Mo-Ra IV 400 (390 U/min)	7,1	11,4
Mo-Ra 3 420 (390 U/min)	8,0	12,1
Nova 1080 (420 U/min)	8,2	12,2
Gigant 3360, einblasend (445 U.)	12,1	16,1
Mo-Ra IV 200 (425 U/min)	14,6	18,7

Temperaturdifferenz Wasser zu Luft bei 0,4 Sone

Mo-Ra IV 600 (520 U/min)	3,1	7,0
2× Supernova 1260 (520 U/min*)	3,3	7,3
Supernova 1260 (550 U/min)	4,1	8,5
Mo-Ra IV 400 (550 U/min)	5,0	9,1
Mo-Ra 3 420 (550 U/min)	5,0	9,0
Nova 1080 (580 U/min)	6,2	10,3
Gigant 3360, einblasend (700 U.)	7,8	11,8
Mo-Ra IV 200 (585 U/min)	9,8	13,9

Temperaturdifferenz Wasser zu Luft bei 1,9 Sone

Mo-Ra IV 600 (750 U/min)	2,4	6,5
2× Supernova 1260 (750 U/min*)	2,2	6,2
Supernova 1260 (830 U/min)	2,6	6,8
Mo-Ra IV 400 (830 U/min)	3,3	7,1
Mo-Ra 3 420 (830 U/min)	3,1	7,1
Nova 1080 (820 U/min)	4,9	8,8
Gigant 3360, einblasend (935 U.)	5,5	9,7
Mo-Ra IV 200 (870 U/min)	6,2	10,4

System: i7-6900K @ 4,0 GHz (Ring: 3,6 GHz), X99A, RTX 3090 Ti, Aquacomputer Aquaro; 60 l/h Durchfluss Bemerkungen: **Vergleichsmessungen mit identischer Drehzahl und leicht abweichender Lautheit. Min.-Wasser-Temperatur an kältester Stelle des Kreislaufs.

Kelvin
Min. ⌀
◀ Besser

Aquaero-Lüftersteuerung samt Display integrieren lassen. Alternativ gibt es als „1680“ eine bescheidene Ausführung in halber Höhe. Unser Testmuster bietet dagegen vier 6x-140-mm-Radiatormodule und somit den größten Querschnitt im Testfeld. Ab Werk werden diese nur indirekt belüftet, von oben und unten kann je ein 180-mm-Lüfter in den verbleibenden, zentralen Hohlraum blasen. Wir testen zusätzlich mit optionalen Montageschienen, die insgesamt 24 140-mm-Lüfter direkt vor den Wärmetauschern platzieren. Die resultierende Leistung fällt, gemessen an diesem Aufwand und den einhergehenden Kosten, jedoch mäßig aus. Nur passiv kann sich der Gigant gegen die Konkurrenz durchsetzen, aktiv landet er erst bei sehr niedrigen Drehzahlen vor 9x-140-mm-Radiatoren. Silent-Fetischisten können mit dem Gigant durchaus also auf ihre Kosten kommen, für alle anderen kostet er einfach zu viel.

Aquacomputer Airplex Modularity System 360mm (3 *): Modular mit unbegrenzten Möglichkeiten.

Kostspielig, aber einzigartig, ist auch der zweite Aquacomputer-Testteilnehmer. Die AMS-Reihe besticht mit ihrer Modularität. So lassen sich praktisch unbegrenzt große Kombinationen aus kleinen Modulen zusammenzustellen. Wir entscheiden uns für ein 9x-120-mm-Setup als Gegenpol zum Nova 1080. Als Zubehör bietet Aquacomputer eine breite Auswahl von Standfüßen, integrierte Pumpen und Ausgleichsbehälter. Die Kühlleistung relativ zur eingesetzten Fläche fällt, ähnlich wie beim Gigant der sich ebenfalls im AMS-Regal bedient, vor allem sehr niedrigen Drehzahlen gut aus, allerdings sind Preis und Fließwiderstand der Kombination hoch. Zudem lassen sich keine großen Lüfter montieren, da die Grundeinheiten auf 120- oder 140-mm-Exemplare ausgelegt sind.

Watercool Mo-Ra IV 200: Schwierig einzuordnen. Der „200“ ist der kleinste Mo-Ra IV und stellt im Prinzip die hintere Hälfte eines „400“ dar. So hat er die volle Höhe und bleibt zu allem Zubehör kompatibel, spielt von der Fläche her aber nur in der Extrem-Einstiegsklasse respektive richtet sich an Nutzer mit wenig Platz und mäßi-

gem Kühlleistungsbedarf. Mit einer Kühlfläche von 200 x 400 mm erlaubt er zudem keine Bestückung mit 120- oder 140-mm-Lüftern, sondern bleibt auf weniger effiziente (aber passenderweise günstigere) 200-mm-Designs beschränkt.

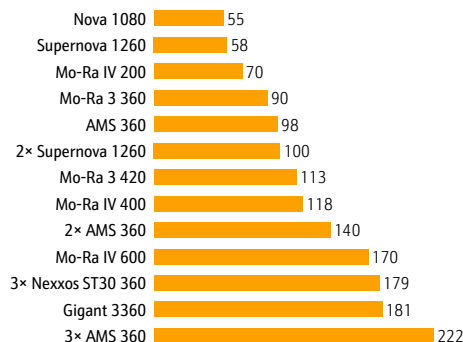
Weitere Testkandidaten: Bastelei & Altmeister zum Vergleich. Zusätzlich zu diesen eigentlichen Testkandidaten finden Sie in unseren Benchmarks auch Vergleichsprodukte. So kommt mit Mo-Ra 3 360 und 420 die sehr populäre Vorgängergeneration des neuen Mo-Ra IV als amtierender Maßstab vor. Zudem treten die drei Alphacool Nexxos ST30 360mm aus unseren bisherigen internen Tests an. Den AMS 360 wieder testen wir auch als einzelnes Modul und als Paar, um die Skalierung von „normalen“ Radiator-Formaten zur Extrem-Liga aufzuzeigen. Umgekehrt illustriert eine eher „wilde“ (aber relativ günstige) Kombination aus zwei Supernova 1260, wie weit der Mo-Ra IV 600 über den Dingen steht.

Messmethodik

Als Testhardware und Wärmequelle verwenden wir einen i7-6900k, gekühlt von einem Watercool Heatkiller IV Pro und eine MSI RTX 3090 Ti Suprim X mit passendem Alphacool Aurora. Um bei Bedarf hohen Durchfluss zu erzeugen, arbeiten zwei Laing DDC 3.2 PWM im Kreislauf, montiert in einer Alphacool Eisdecke. Als Ausgleichsbehälter kommt ein Watercool Heatkiller Tube zum Einsatz. EPDM-Schläuche sowie Anschlüsse von Barrow verbinden alles miteinander. Zur Überwachung und Steuerung verlassen wir uns auf Hardware von Aquacomputer. Ein High Flow Next ermittelt den Durchfluss; han-

Durchflusswiderstand bei max. Pumpenleistung

Druckdifferenz vor und nach dem Radiator

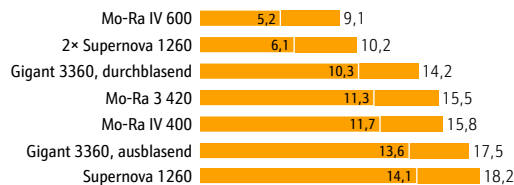


System: Core i7-6900K @ 4,0 GHz (Ring/L3: 3,6 GHz), MSI X99A Tomahawk, MSI RTX 3090 Ti Suprim X **Bemerkungen:** Ermittlung der Messwerte über zwei Feinmanometer, gemessen wird Radiator inklusive Anschlüssen und zwei CPC NS6 Schnelltrennkupplungen.

mbar
◀ Besser

Leistungsvergleich 140 mm Ultra-Silent

Differenztemperatur zwischen Wasser und Luft bei Minimaldrehzahl



System: i7-6900K @ 4,0 GHz (Ring: 3,6 GHz), MSI X99A Tomahawk, MSI RTX 3090 Ti Suprim X, Aquaero; 60 l/h Durchfluss **Bemerkungen:** Durchfluss auf 60 l/h fixiert, Lüfterdrehzahl auf 350 U/min abgesenkt => Radiatoren mit mehr Lüftern sind lauter.

Kelvin
Min. ◊
◀ Besser

delsübliche NTC-Temperatursensoren messen die Wassertemperatur vor und nach dem Radiator sowie die Lufttemperatur. Ein Aquaero 6 LT wertet die Temperatursensoren aus und steuert die Lüfter.

Bei den Messungen fixieren wir möglichst alle Größen, sodass gezielt nur ein Parameter verändert wird. Der 6900k wird mit fixen 4 GHz betrieben und mit Prime95 maximal belastet. Furmark hält die 3090 Ti auf konstanter Last, sodass

sich insgesamt ein gleichbleibender Verbrauch von circa 550 W ergibt. Lüfter und Pumpen werden in ihrer Drehzahl fixiert und vor jeder Messung wird das System so lange aufgeheizt, bis sich die Temperaturen nicht mehr verändern. Daraufhin wird ein Mittelwert über 10 Minuten als Messergebnis genommen. Auf diese Weise stellen wir sicher, dass alle Werte unter gleichen Bedingungen aufgenommen werden und die Temperaturen auch bei längerer Nutzung nicht weiter steigen.



Während neun 140mm-Lüfter viel Leistung bringen, sind Montage und Kabelführung anspruchsvoll. Vier 200-mm-Lüfter auf gleicher Fläche lassen dagegen oft Lücken für die Verkabelung.

Geprüft haben wir zahlreiche Szenarien, wobei einige Messungen trotz der erheblichen Kühlleistung unserer Testkandidaten bei über 55 °C Wassertemperatur abgebrochen werden mussten. An dieser Stelle sei erneut der Wärmeeintrag von konstant 550 W betont, den High-End-Systeme im realen Einsatz meist nur kurzfristig und Mittelklasse-Gaming-Rechner überhaupt nicht erreichen. Umgekehrt haben wir sekundäre Tests nur mit einem Teil des Feldes durchgeführt. Da zudem nicht alle Lüfterkonfigurationen auf jeden Radiator passen, kann es vorkommen, dass nicht alle Kandidaten in einem Benchmark aufzufinden sind. Beachten Sie außerdem, dass wir die Benchmarks nach gemittelten Wassertemperaturen sortieren (jeweils gemäß Abschnitten im ersten Testblock). Die Wassertemperatur entlang des Kreislaufs variiert aber abhängig von Leistungsaufnahme und Durchfluss. Zusätzlich zur durchschnittlichen Wassertemperatur geben wir daher auch den Wert

an der kältesten Stelle im Kreislauf an, also nach dem Radiator und vor den Wärmequellen.

Die Lüfterproblematik

Tests grundverschiedener Radiatoren stehen vor dem Problem, dass diese eine unterschiedliche Anzahl unterschiedlich großer Lüfter aufnehmen können. Oft ist auch eine alternative Lüfterausstattung möglich. So bieten alle 9×-140mm-Radiatoren im Testfeld die Möglichkeit, mit einem entsprechenden Montagerahmen vier 200-mm-Lüfter aufzunehmen. Das Problem daran ist, dass größere Lüfter bei gleicher Drehzahl lauter sind und mehr Luft transportieren als kleinere. Umgekehrt ist eine größere Zahl Lüfter lauter als eine kleinere.

Um eine einheitliche Basis zu schaffen und für Sie einen idealen Vergleich abzubilden, haben wir die verschiedenen Lüfterkonfigurationen daher auf drei Lautheitsprofile normiert. Die Be Quiet Silent

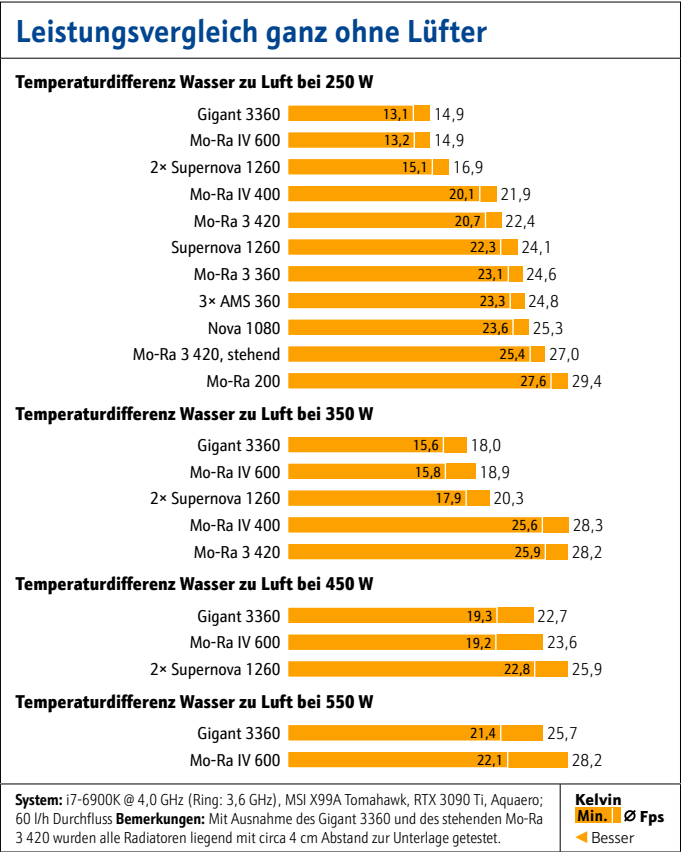
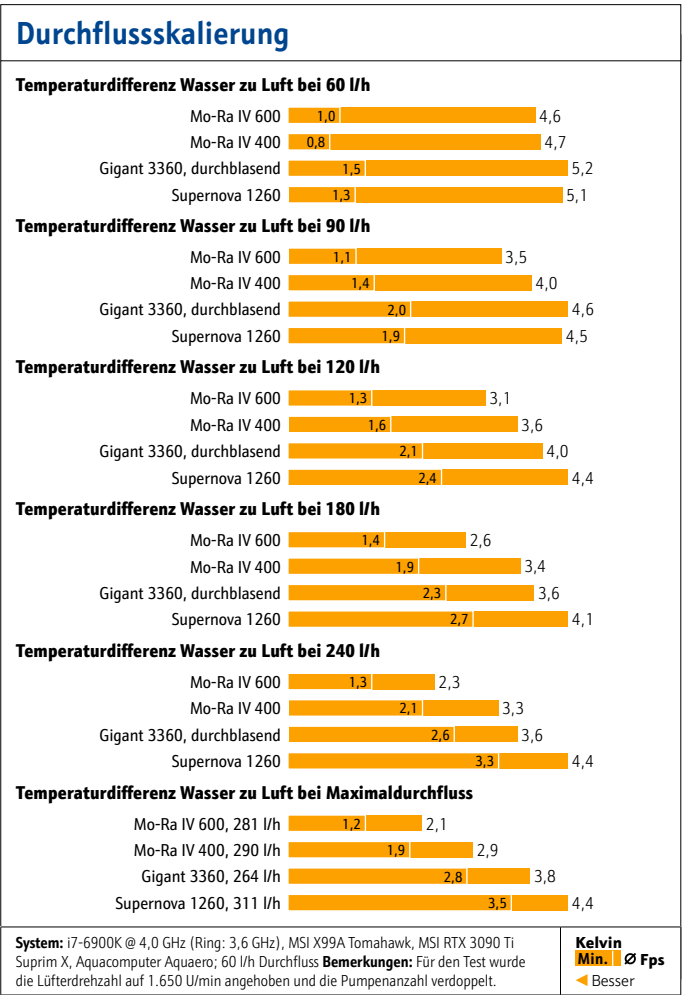
Wings 4 Pro 120 mm aus unserem Test interner Radiatorkonfigurationen (PCGH 06 und 07/2024) bilden die Grundlage. Bei den damals genutzten 1.500, 1.000 und 600 Umdrehungen erzeugen neun dieser Lüfter (damals für drei 3×-120-mm-Radiatoren, jetzt für einen mit 9× 120 mm) eine Lautheit von 1,9, 0,4 respektive 0,1 Sone. Andere Lüfteranzahlen und -formate regeln auf ebendiese Werte ein; mehr respektive größere Lüfter werden also mit niedrigerer Drehzahl, aber gleicher Geräuschentwicklung getestet.

Für 140-mm-Lüfterplätze nutzen wir dabei ebenfalls Silent Wings 4 Pro – die Baureihe führt nicht nur unsere Lüfterbestenliste an, sondern gehört auch zu den wenigen High-End-140-mm-Modellen mit 25 mm Standarddicke. Prinzipiell empfehlenswerte Konkurrenten von Arctic, Noiseblocker oder Cooler Master bauen dagegen dicker und passen deswegen beispielsweise nicht in den Aquacomputer Gigant 3360. Bei den noch größeren Alternativen ist ein 1:1-Vergleich mit Lüftern aus gleicher Baureihe dagegen unmöglich; 180- und 200-mm-Lüfter werden nur als

eigenständige Designs angeboten. Wir entscheiden uns für Fractal Designs Dynamic X2 GP-18 PWM respektive Noctuas NF-A20 PWM, welche sich in der Community großer Beliebtheit erfreuen.

Testergebnisse mit 120/140mm-Lüftern

Wenn man eines über die Leistung externer Radiatoren sagen kann, dann, dass sie alle Erwartungen erfüllt. Im Benchmark mit 120- und 140-mm-Lüftern bleibt die Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Luft trotz 550 W Heizleistung oft im einstelligen Bereich. Daher haben wir uns auch dazu entschieden, die Messung mit 0,1 Sone zu priorisieren – sowohl in der Benchmark-Sortierung als auch in der Benotung. Selbst bei so niedriger Lautheit vermag die Mehrheit der Radiatoren unser Testsystem derart mühelos zu kühlen, dass mehr Lärm kaum einen Mehrwert in Sachen Temperatur bietet. Lediglich ein einzelner oder zwei AMS 360 profitieren wirklich von einer höheren Drehzahl, während bei vielen Radiatoren der Temperaturunterschied zwischen 0,1 und 1,9 Sone kaum größer als 6 Kelvin ausfällt.





Im Vergleich zu ihren Vorgängern sind die Mo-Ra-IV-Radiatoren etwas größer und bieten mehr Erweiterungsmöglichkeiten.

Ein wichtiger Aspekt hierbei ist die Physik der Wärmeabfuhr: Das Wasser kann nicht unter Raumtemperatur gekühlt werden. Der entscheidende Messpunkt ist hier die kälteste Stelle im Kreislauf; daher haben wir diese auch als zusätzliche Temperatur in den Benchmarks angegeben. Vor allem bei hohen Drehzahlen erzielt ein guter Teil der Riege eine Temperaturdifferenz von weniger als 3 Kelvin zwischen kältester Stelle im Wasserkreislauf und der Ansaugluft. In diesem Bereich können geringfügige Änderungen der äußeren Umstände bereits die Messerwerte beeinflussen. Wir haben die Ergebnisse nach bestem Wissen und Gewissen überprüft und bei Bedarf Nachmessungen durchgeführt. Auch wenn der Mo-Ra IV 600 als Sieger durchgeht, ist im oberen Bereich des Testfeldes wenig Spreizung zu sehen. Erst bei niedrigerer Lüfterdrehzahl oder höherer Abwärme als 550 W würden sich die Radiatoren stärker voneinander abgrenzen.

Kurios ist die Leistung des Gigant 3360. Obwohl er flächenmäßig der größte Radiator im Testfeld ist, fallen die erzielten Temperaturen mit 24 ausblasenden Lüftern vergleichsweise schlecht aus. Der Grund dafür liegt im Aufbau des Radiators. Bei Vollbestückung verbleibt nur ein verhältnismäßig enger Schacht im Inneren des Radiators, welcher den Luftstrom bei in gleicher Richtung arbeitenden Lüftern limitiert. Je höher deren Drehzahl, desto stärker fällt das Problem aus. Wir testen daher zusätzlich einen „durchblasenden“ Betrieb, bei dem eine Hälfte der Lüfter/Radiator-Module Luft

in den Gigant-Innenraum saugt, während die andere Hälfte diese vorgewärmte Luft erneut nutzt und nach außen bläst. Obwohl das 24x-140-mm-Monster so auf eine extra dicke Lösung mit hintereinandergeschalteten Lüftern, aber nur 12x 140 mm Querschnitt reduziert wird, lohnt sich diese Umgehung der limitierenden oberen und unteren Öffnung. Vor allem mit hohen Drehzahlen fällt die Leistung deutlich besser aus und erreicht das Niveau der 9x-140-mm-Konkurrenz.

Testergebnisse mit 180/200mm-Lüftern

Die meisten Radiatoren des Testfeldes bieten die Möglichkeit für eine Belüftung mit größeren Lüftern. Analog zur 4x-200-mm-Option der 9x-140mm-Designs erlaubt der Nova 1080 vier 180-mm-Lüfter statt neun 120ern. Der Gigant 3360 hingegen setzt standardmäßig auf je einen 180-mm-Lüfter am oberen und unteren Ende. Während diese Belüftung oft Vorteile bei der Verkabelung bietet und auch – gerade im Fall des Gigant – leichter zu montieren ist, fällt die Kühlleistung immer schlechter als bei einer Verwendung von 120- oder 140-mm-Lüftern aus. Natürlich ist zu bedenken, dass wir mit den Silent Wings 4 Pro topaktuelle Lüfter aus dem Premiumsegment antreten lassen, welche auch mit einem entsprechenden Preisschild versehen sind. Im Vergleich dazu sind die NF-A20 veraltet und die Dynamic X2 GP18 aus der Mittelklasse. Es wäre überraschend, wenn eine extra teure Lüfterausstattung sich gar nicht auszahlen würde, dennoch fallen die Ergebnisse deutlich genug aus, dass



Der Gigant 3360 ist höher als der Mo-Ra IV 600, benötigt jedoch insgesamt weniger Platz. Beachten Sie auch das Aufmacherbild mit Größenvergleich zu Alphacool.

man es nicht nur auf das Premiumsegment schieben kann. Die großen Lüfter müssen allgemein zu sehr in ihrer Drehzahl reduziert werden, um auf die Lautheit ihrer kleineren Gegner zu kommen. So dürfen die Silent Wings 4 Pro oft mehr als 50 Prozent schneller drehen.

Abseits davon sind einige interessante Unterschiede zu den kleineren Lüftern erkennbar. Alphacools Nova-Reihe macht Boden gut und kann mit der Mo-Ra-Reihe mehr als mithalten. Zwar ist der Mo-Ra IV 600 noch immer ungeschlagen, jedoch fährt dieser neun 200-mm-Lüfter auf, während selbst zwei Supernova nur acht bieten können. Der Gigant jedoch stürzt ab. Mit nur zwei 180mm-Lüftern ist er deutlich schwächer bestückt als die kleinere Konkurrenz und schafft es gerade einmal, mit dem Mo-Ra IV 200 den kleinsten Kandidaten zu schlagen, welcher seinerseits nur über zwei 200-mm-Lüfter verfügt.

Durchflusswiderstand

Leistung haben die externen Radiatoren gewiss alle satt. Bei ihrer Größe kommen jedoch schnell Zweifel

auf, ob die Pumpe auch den Durchfluss in ausreichender Höhe halten kann? Unser Testkreislauf ist mit zwei DDC 3.2 PWM üppig ausgestattet und erzielt auf voller Drehzahl über 200 l/h trotz des recht restriktiven Kühlers der Grafikkarte. Nur Mo-Ra IV 600 und Gigant 3360 bleiben unterhalb dieser Marke, sind jedoch auch die größten Radiatoren im Testfeld mit langen Rohrwegen. Tatsächlich sind zwei Supernova 1260 weniger restriktiv. Weiterhin sind Radiatorkombinationen ein Problem. Sowohl die drei Nexxos ST30 360 als auch die drei AMS 360 fallen deutlich zurück. Faktisch sind sie drei einzelne Radiatoren, die zusammen antreten. Das Wasser muss hier durch jeden Radiator nacheinander hindurchfließen und das kostet Durchfluss im Vergleich zur monolithischen Konkurrenz, die ihre zahlreichen Rohrreihen parallel einbinden kann. Um Sie zu beruhigen: Für die 60 l/h unserer normalen Kühlleistungstests genügten allen Radiatoren niedrige Drehzahlen. Besonders positiv fällt die Nova-Reihe auf, welche durch die Bank den geringsten Widerstand aufweist.

Abstand zur Wand: Unkritisch

Oft werden externe Radiatoren mit einer Halterung nahe an der Gehäuse- oder Zimmerwand montiert oder aber auf Standfüßen direkt daneben gestellt. Wir haben diese Positionierung überprüft und eine geringe Temperaturverschlechterung festgestellt. Im Vergleich zum freien Aufbau erhöht ein Abstand von 2 cm zur Wand die Temperaturen um bescheidene 2,2 K. Sollten Sie ihren Radiator also nicht gerade bündig an die Wand schrauben, sondern einen Abstand von 2-3 cm einhalten, werden Sie nur einen äußerst überschaubaren Kühlleistungsverschluss gegenüber freier Aufstellung zu verschmerzen haben.

Passivbetrieb

Bei derart viel Kühlleistung kommt man leicht auf den Gedanken, die Lüfterdrehzahl weiter zu senken – idealerweise auf 0, was auch bis zu 24 teure High-End-Lüfter einspart. Im Rahmen unserer Zusatzmessungen haben wir dies geprüft. Obwohl das Wasser bei fast allen Modellen ungeachtet der Lüfterdrehzahl kühl bleibt, ist der Passivbetrieb aber kaum empfehlenswert. Lediglich die beiden größten Radiatoren können die vollen 550 W passiv abführen, die ein einzelner 3× 120-mm-Radiator mit 1000 U/min bewältigt. Im Hochsommer halt viele Radiatoren schon bei 250 W das Wasser nur noch knapp unterhalb der 55 °C.

Sollte der passive Betrieb für Sie dennoch infrage kommen, achten Sie darauf, den Radiator liegend, statt stehend zu betreiben. Das verbessert die Kühlleistung maßgeblich. Lediglich der Gigant bleibt

davon ausgenommen; er würde sich durch seinen mehrlagigen Aufbau selbst behindern, während der „Kühlturm“ aufrecht hält, was die Bezeichnung verspricht. Hier zahlen sich auch der enorme Querschnitt sowie die großen Lamellenabstände aus. Sie bieten zwar pro Lüfterplatz weniger Wärmeabgabefläche, senken aber auch den Luftwiderstand, den die schwache passive Konvektion überwinden muss. Damit beherrscht der Gigant das Testfeld und schlägt passiv sogar den sonst so überlegenen Mo-Ra IV 600.

Allgemein sollten Sie jedoch auch bei den besten Radiatoren – selbst wenn Sie die AMS-ähnliche Möglichkeit zur Kombination zweier Giganten nutzen würden – keine Temperaturen erwarten, die mit aktiver Belüftung gleichziehen. Dies liegt dem Funktionsprinzip der passiven Kühlung zugrunde. Radiatoren funktionieren durch Abgabe

der Wärme an die Luft. Wird diese nicht durch Lüfter aktiv bewegt, muss die Luftbewegung anderweitig stattfinden. Zwar könnten Sie einen Raumlüfter einsetzen, dieser würde den Sinn des Passivbetriebs – die Lautlosigkeit – jedoch ad absurdum führen. Die einzige Möglichkeit für einen Luftaustausch bietet daher die natürliche Konvektion. Diese fällt stärker aus, umso höher die Temperaturdifferenz ist. Daher brauchen selbst die größten Radiatoren eine gewisse Temperatur, um passiv Wärme abführen zu können und bleiben auch dann weit hinter ihrem aktiven Potenzial zurück: Eine AMS-Konfiguration mit 3× 120 mm bei 1.000 U/min schlägt das 24×-140-mm-Äquivalent des passiven Giganten locker.

Für Silent-Enthusiasten: „unhörbarer Betrieb“

0,1 Sone bieten das untere Ende dessen, was wir akustisch messen

und somit einheitlich bewerten können. Sie reichen auch aus, um den Drehzahlbereich der verwendeten 120-, 180- und 200-mm-Lüfter nahezu vollständig abzudecken. Damit sind die Lüfter nicht lauter als übliche Umgebungsgeräusche. Für manche Enthusiasten ist das aber nicht genug. Auch wenn man nicht dem Passiv-Extremismus verfällt, soll die Wasserkühlung subjektiv völlig unhörbar sein, auch wenn man im Grundrauschen bewusst danach lauscht. Bei minimal 350 U/min dringen unsere 140-mm-Lüfter aus subjektiver Sicht des aufmerksamen Testers und Autors dieses Artikels in diesen Bereich vor.

Interne Wasserkühlungen oder kleine Radiatoren würden mit so geringer Luftbewegung zu sehr hohen Wassertemperaturen führen; unser Testfeld bietet jedoch viele Kandidaten, die über die nötigen Leistungsreserven verfügen. Hier

Externe Radiatoren				
Auszug aus Testtabelle mit 18 Wertungskriterien				
				
Produkt	Mo-Ra IV 400	Supernova 1260 XT45	Mo-Ra IV 600	Nova 1080 XT45
Hersteller (Website)	Watercool (www.watercool.de)	Alphacool (www.alphacool.com)	Watercool (www.watercool.de)	Alphacool (www.alphacool.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 300,-/Note 2	Ca. € 200,-/Note 1	Ca. € 550,-/Note 3	Ca. € 150,-/Note 1
Preis ideale Lüfterausstattung	Ca. € 270,- (Lüft.); € 45,- (Blende)	Ca. € 270,- (Lüfter)	Ca. € 480,- (Lüft.); € 85,- (Blende)	Ca. € 252,- (Lüfter)
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/3236527	www.pcgh.de/preis/2312640	www.pcgh.de/preis/3236632	www.pcgh.de/preis/2312656
Ausstattung (20 Prozent)	2,30	1,70	2,30	2,00
Montagematerial	16× M4×10; 36× M3×30	36× M3×30; 36× M3×35; 12× M3×6	36× M4×10; 64× M3×30	36× M3×30; 36× M3×35
Lüfterblenden	4× 200 mm	9× 140 mm; 4× 200 mm	9× 200 mm	9× 120 mm
Anschlussmöglichkeiten	2× G1/4 Zoll Stirnseite	2× G1/4 Zoll Stirnseite	2× G1/4 Zoll Stirnseite	2× G1/4 Zoll Stirnseite
Eigenschaften (20 Prozent)	1,50	1,75	2,50	1,60
Länge/Höhe/Breite	500/75/452 mm	422/48/441 mm	700/75/662 mm	360/47/378 mm
Gewicht	8,7 kg	4,2 kg	15,9 kg	2,6 kg
Füllvolumen	1,4 l	1,0 l	3,0 l	0,9 l
Druckbeständigkeit (lt. Hersteller)	5 Bar	Keine Angabe	5 Bar	Keine Angabe
Radiatortechnik	Rohrradiator	Netzradiator	Rohrradiator	Netzradiator
Zulässige Kühlmittel	Keine Vorgabe	Nur klare Flüssigkeit	Keine Vorgabe	Nur klare Flüssigkeit
Leistung (60%)	1,60	1,80	1,40	2,20
Differenztemperatur bei 0,1 Sone	9,5 K (140 mm); 11,4 K (200 mm)	10,9 K (140 mm); 11,3 K (200 mm)	6,7 K (140 mm); 7,9 K (200 mm)	13,3 K (120 mm); 12,2 K
Differenztemperatur bei 0,4 Sone	6,8 K (140 mm); 9,1 K (200 mm)	7,8 K (140 mm); 8,5 K (200 mm)	6,3 K (140 mm); 7,0 K (200 mm)	8,1 K (120 mm); 10,3 K
Differenztemperatur bei 1,9 Sone	6,8 K (140 mm); 7,1 K (200 mm)	6,6 K (140 mm); 6,8 K (200 mm)	6,2 K (140 mm); 6,5 K (200 mm)	6,3 K (120 mm); 8,8 K
Differenztemp. passiv bei 250 W	21,9 K	24,1 K	14,9 K	25,3 K
Durchflusswiderstand	118 mbar	58 mbar	170 mbar	55 mbar
FAZIT	⬆ Leistung; Ausstattungsoptionen ⬆ Preis für Zusatzausstattung	⬆ Gutes Preis-Leistungs-Verhältnis ⬆ Kaum Ausstattung (-soptionen)	⬆ Beste Leistung; Ausstattungsoptionen ⬆ Sehr groß; hoher Preis	⬆ Gutes Preis-Leistungs-Verhältnis ⬆ Kaum Ausstattung (-soptionen)
	Wertung: 1,72	Wertung: 1,77	Wertung: 1,80	Wertung: 2,04

ist nun eine größere Spreizung der Ergebnisse zu sehen. Der Mo-Ra IV 600 bleibt als einziger im einstelligen Bereich, dicht gefolgt vom Gigant 3360, der sich im Vergleich zu den Tests mit hörbaren Lüftern von den 9x140-mm-Radiatoren absetzen kann. Allgemein durchbricht kein Radiator die 20-Kelvin-Marke. Damit sind die Temperaturen immer noch gut und – anders als im passiven Betrieb – können die Radiatoren problemlos mit 550 W und mehr belastet werden. Mit der richtigen Lüfterauswahl können externe Radiatoren also subjektiv lautlos betrieben werden und dennoch eine sehr gute Kühlleistung aufweisen.

Maximale Leistung: Skalierung mit Durchfluss

Von maximal leise in die ganz andere Richtung: So viel Leistung wie irgend möglich. Dazu haben wir bei ausgewählten Radiatoren die Lüfterdrehzahl deutlich angehoben und

dem Kreislauf zwei weitere DDC-Pumpen hinzugefügt, um so die wirklich maximale Leistung herauszuholen, die irgendwie möglich ist. Nun befinden wir uns definitiv im Grenzbereich. Eine durchschnittliche Wassertemperatur 5 Kelvin über der Raumtemperatur ist eigentlich eher typisch für den Leerlauf, nicht für Vollast mit 550 W Abwärme. Empfehlenswert ist ein solcher Aufbau gewiss nicht, aber interessant, um Durchflussskalierung und maximale Leistung aufzuzeigen.

Auch hier gibt es Verschiebungen. Unsere Pumpen erzeugen bei maximaler Leistung 80 W Abwärme, während bei niedrigem Durchfluss allenfalls 10 W anfallen. Diese zusätzliche Leistung muss abgeführt werden und da schwächelt der Supernova, sodass die strömungstechnischen Vorteile des höheren Durchflusses aufgefressen werden. Der Mo-Ra IV 600 hingegen setzt

zusätzlichen Durchfluss nahezu ideal in zusätzliche Kühlleistung um. Um es jedoch klar und deutlich zu sagen: Den Durchfluss von 60 l/h auf annähernd 300 l/h zu steigern, bringt selbst im besten Fall gerade einmal eine 2,5 Kelvin geringere Wassertemperatur. Damit einhergehen eine gewisse Investition in Pumpen, eine gesteigerte Leistungsaufnahme und eine höhere Lautstärke. Sollten Sie den Durchfluss Ihrer Wasserkühlung ohne größere Nachteile steigern können, bietet es sich bei Verwendung eines externen Radiators zwar an, jedoch rechtfertigt die Mehrleistung rein aus Sicht der Wassertemperatur nicht den Kauf einer zusätzlichen Pumpe.

Fazit

Im Vergleich zu intern verbauten Radiatoren sind externe wesentlich leistungsfähiger. Das macht es schwieriger, wirklich zwischen den einzelnen Modellen zu differenzie-

ren, denn jeder der aufgeführten Testkandidaten ist dazu imstande, Ihren PC adäquat zu kühlen. Sollten Sie jedoch besondere Ansprüche an eine möglichst niedrige Lautstärke haben oder wirklich das letzte Grad aus Ihren Temperaturen herausholen wollen, greifen Sie bevorzugt zu einem der größeren Modelle. Entscheiden Sie sich für Watercools Mo-Ra-IV-Reihe, wenn Sie ein komplett durchkonzipiertes System mit reichlich (kostspieligem) Zubehör Ihr Eigen nennen wollen oder maximale Kühlleistung benötigen. Sollten Sie unkonventionelle Radiatorgrößen konstruieren wollen, nehmen Sie Aquacomputers AMS-Reihe. Der Gigant eignet sich als optischer Blickfang und als passive oder Ultra-Silent-Lösung. Für den schmalen Geldbeutel bietet sich Alphacools Nova-Reihe an. Für welchen Radiator Sie sich auch entscheiden – die Kühlleistung wird Sie nicht enttäuschen. (dr)

Externe Radiatoren			
Auszug aus Testtabelle mit 18 Wertungskriterien			
			
Produkt	Gigant 3360	AMS 360 (3x)	Mo-Ra IV 200
Hersteller (Website)	Aquacomputer (www.aquacomputer.de)	Aquacomputer (www.aquacomputer.de)	Watercool (www.watercool.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 750,-/Note 4	Ca. € 450,- (inkl. Verbinder)/Note 4	Ca. € 230,-/Note 3
Preis ideale Lüfterausstattung	Ca. € 720,- (Lüfter); Ca. € 52,- (Schienen)	Ca. € 252,- (Lüfter)	Ca. € 64,- (Lüfter)
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1143880	Nicht gelistet	www.pcgh.de/preis/3236614
Ausstattung (20 Prozent)	3,00	2,30	2,70
Montagematerial	4x M3x35	36x M3x30	8x M4x8
Lüfterblenden	2x 180 mm integriert	Insgesamt 9x 120 mm integriert	2x 200 mm
Anschlussmöglichkeiten	Je 2x G1/4 Zoll Stirnseite sowie innen; maximaler Anschlussdurchmesser 19mm	Je 2x G1/4 Zoll an Längs-, Vorder- und Rückseite; maximaler Anschlussdurchmesser 19mm	2x G1/4 Zoll Stirnseite
Eigenschaften (20 Prozent)	2,50	2,00	1,50
Länge/Höhe/Breite	310/310/960 mm	404/64/438 mm (kombiniert)	300/75/452 mm
Gewicht	15,6 kg	6,0 kg (im Verbund)	6,0 kg
Füllvolumen	3,2 l	0,9 l (im Verbund)	0,8 l
Druckbeständigkeit (lt. Hersteller)	0,8 bar	0,8 bar	5 bar
Radiorteknik	Rohrradiator	Rohrradiator	Rohrradiator
Zulässige Kühlmittel	Keine Vorgabe	Keine Vorgabe	Keine Vorgabe
Leistung (60%)	1,80	2,80	3,20
Differenztemperatur bei 0,1 Sone	9,8 K (140 mm); 16,1 K (180 mm)	13,2 K (180 mm)	18,7 K (200 mm)
Differenztemperatur bei 0,4 Sone	8,1 K (140 mm); 11,8 K (180 mm)	9,0 K (180 mm)	13,9 K (200 mm)
Differenztemperatur bei 1,9 Sone	7,2 K (140 mm); 9,7 K (180 mm)	7,2 K (180 mm)	10,4 K (200 mm)
Differenztemp. passiv bei 250 W	14,9 K	24,8 K	29,4 K
Durchflusswiderstand	222 mbar	181 mbar	70 mbar
FAZIT	⬆ Gute passive Leistung ⬆ Preis-Leistungs-Verhältnis; sehr groß; 140 mm umständlich ⬆ Skalierbarkeit ⬆ Schlechtes Preis-Leistungs-Verhältnis; hoher Durchflusswiderstand ⬆ Kompakt; Ausstattungsoptionen ⬆ Preis-Leistungs-Verhältnis; mäßige Kühlleistung		
	Wertung: 2,18	Wertung: 2,54	Wertung: 2,76

In diesem Artikel testen wir zwei sehr attraktive OLED-Monitore für Spieler. Obendrein gehen wir auf die verschiedenen Display-Technologien und ihre Entwicklung ein.



Technischer Panelwechsel

Falls Sie das Editorial dieser Ausgabe gelesen haben, wissen Sie bereits Bescheid: Bei dem Fachbereich Monitore/Displays gab es eine Staffelübergabe. Unser langjähriger Monitor-Fachredakteur Manuel Christa verlässt die PCGH-Redaktion und betritt einen neuen Lebensabschnitt. Wir wünschen viel Glück und Erfolg, doch natürlich wollen wir den Fachbereich Monitore/Displays für PC-Spieler nicht darben, gar brach liegen lassen. Dieser ist schließlich elementar für den Genuss von Grafik, das Abtauchen in virtuelle Welten.

Staffelübergabe

Nach kurzer Abwägung entschied sich Philipp Reuther, den Fachbereich zu übernehmen. Schließlich gibt es bei den Themen Spiele- und Display-Technik eine ganze Reihe Überschneidungen. Nicht zuletzt gäbe es etwa bei HDR, (Input-) Latenzen, Aktualisierungs- und Fra-

meraten eine ganze Reihe Punkte, die in Relation beziehungsweise in Abhängigkeit zueinander stehen. Auch würden sich tendenziell Artikel-Themen anbieten, wo sowohl Display- als auch Spiele-Technik eine Rolle spielen, etwa zum Thema

HDR-Tuning (beispielsweise über die bekannten Liliun-Shader/Tools und Reshade). Andere Themen wären ebenfalls denkbar, etwa Optimierungen für Vsync/G-Sync/Free-sync bei hohen Frameraten und/oder beim Einsatz einer Frame Gen. Es gäbe jedenfalls reichlich Potenzial für spannende Themen. Falls Sie selbst Vorschläge haben, scheuen Sie sich nicht, unseren frisch gebackenen Fachredakteur zu kontaktieren: pr@pcgh.de

Unser Testsystem bleibt vorerst unangetastet. Die Monitor-Tests

Folgende Produkte finden Sie im Test

- Asus ROG Swift OLED PG32UDCP
- Corsair 34WQHD240-C



laufen also bis auf Weiteres nach dem haargenau gleichen Schema ab, das Mess-Prozedere ist dasselbe. Die Wertungen bleiben demnach trotz Redakteurswechsel zumindest auf absehbare Zeit vergleichbar. In diesem Artikel finden Sie einen Test zu zwei neuen, sehr attraktiven OLED-Monitoren: Der Asus ROG Swift PG32UDCP mit 32-zölligem W-OLED-Display ist das aktuell vielleicht beste 4K-OLED-Display für Spieler und bietet neben einem fantastischen Bild obendrein einen Dual-Mode mit 240/480 Hz. Corsair steuert mit dem jüngst erschienenen 34WQHD240-C einen schicken 34-Zoll-Monitor im 21:9-Breitbildformat bei. Der Hersteller verbaut in diesem ein Quantum-Dot-OLED-Display mit UWQHD-Auflösung und 240 Hz.

Einmal Revue, bitte

OLED, W-OLED, Quantenpunkte, was ist das überhaupt? Bevor wir zu unseren Tests kommen, wollen wir verbreitete (PC-)Display-Technologien etwas genauer studieren. Unser Fachredakteur ist der Überzeugung, dass es von Nutzen ist, Techniken zu verstehen, bevor man mit Erklärungen beginnt. Bevor wir zu unseren Tests kommen, Vorzüge und Nachteile dieser oder jener Panel-Arten beleuchten, werfen wir daher einen Blick auf verbreitete LCD-Technologien und ihre Funktionsweisen. Natürlich haben informierte PC-Spieler und Technik-Fans von TN- oder VA-Displays gehört, viele werden wohl auch wissen, welche Vor- und Nachteile die eine oder andere Panel-Art bietet. Aber wissen Sie auch, weshalb?

Selbstredend steht die Entwicklung außerdem nicht still und so drängen auch aktuell neue Technologien auf den Markt. Da wären etwa die noch jungen Quantum-Dot-Displays von Samsung, die mit OLED-Technik funktionieren, doch nicht das Licht der LEDs ist das eigentlich sichtbare. Sondern jenes der nanometerkleinen Quantenpunkte. Bei diesen wiederum handelt es sich um winzige, herangezüchtete, anorganische Kristalle, die wiederum mithilfe der Quantenphysik in einen „Excited State“ versetzt werden und darauf sichtbares, farbiges Licht in Form von Photolumineszenz erzeugen.

Quantenphysik? Jawohl, einige Display-Technologien sind sehr fortschrittlich. Erst 2023 wurde der Nobelpreis in Chemie für Ent-

wicklungen im Bereich Quantum Dots verliehen, es kommt zudem Nanotechnologie zum Einsatz. Diese Fortschritte sollen wiederum vorherige Probleme mit OLED-Displays ausräumen oder zumindest verringern, darunter etwa Burn-In.

Doch auch andere Techniken buhlen um die Gunst der Spieler. Auch bei diesen dreht sich alles um kleine, teils winzige Bildelemente mit großer Wirkung. Ein genauerer Blick scheint auch hier sinnvoll. Oder wüssten Sie den Unterschied zwischen Mini (Latein: minimus - „sehr klein“) und Micro (Griechisch: mikrós - „klein“)? Als Monitor-Fachkundiger sollte man dies wohl, denn zwischen Mini-LED- und Micro-LED-Displays liegen aktuell zumindest sechsstelligen Beträge.

Display-Panel Technik: Entwicklung, Vor- und Nachteile

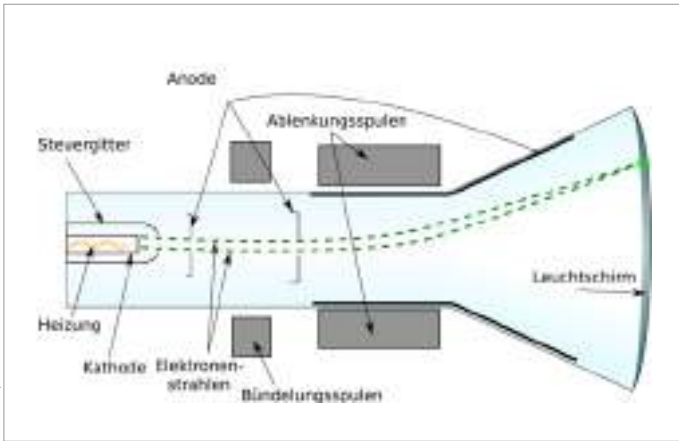


Bild: Wikipedia

Am Anfang war die Kathodenstrahlröhre. Diese kam bereits in den frühen 1930er-Jahren in TVs zum Einsatz. PC-Spieler begleitete sie bis Anfang des 21. Jahrhunderts.



Bild: newatlas.com

Kaum war der Bildschirm erfunden, wurde er zum Spielen eingesetzt. Hier sehen Sie das wohl allererste Computerspiel, das „Cathode Ray Tube Amusement Device“.



Bild: RCA

George Heilmeier erfand das LCD-Display. 1964 nutzte er Dynamic Scattering Modes (DSM). Nur wenige Jahre später gelang mit dem TN der große LCD-Durchbruch.

Die Idee, sich die Zeit spielerisch in virtuellen Welten zu vertreiben, ist beinahe so alt wie die Display-Technik selbst. Den Anfang machte die Kathodenstrahlröhre, die 1897 von dem deutschen Physiker Karl Ferdinand Braun erfunden wurde. Zu Beginn noch monochrom, fand sie bereits im Jahre 1926 erstmals Einsatz in einem Schwarz-Weiß-TV. Nur etwas später wurde die Cathode-Ray-Tube-Technologie (CRT) erstmals für die Darstellung eines „Computerspiels“ genutzt. Am 25. Januar 1947 meldeten Thomas T. Goldsmith Jr. und Estle Ray Mann mit ihrem „Cathode Ray Tube Amusement Device“ eins der allerersten Video-Spiele beim US-Patentamt an.

Vereinfacht wird mit CRT ein Bild erzeugt, indem ein Elektronen-Emitter (auch „Gun“) einen schmalen Elektronenstrahl generiert. Dieser wird von der Kathode beschleunigt, darauf gebündelt und durch zwei elektromagnetische Felder geleitet. Auf dem Leuchtschirm entsteht darauf ein winziger, heller Punkt. Die Spulen lenken den Elektronenstrahl wiederum so ab, dass er von rechts nach links und von oben nach unten über den Leuchtschirm wandert. Bei ausreichend hoher Geschwindigkeit entsteht auf diese Weise das sichtbare Bild auf der Mattscheibe.

Siegeszug der Liquid Crystals

Über die Jahre verbessert und mithilfe dreier statt einem Elektron für Farbdarstellung (Rot, Grün, Blau oder wie noch immer gebräuchlich: RGB) sollte die Kathodenstrahlröhre respektive CRT-Technologie für Spieler viele Jahre treuer Begleiter bleiben. Doch mit dem Ende der 1990er Jahre und dem Beginn des neuen Jahrtausends begann der Siegeszug der LCD-Technik.

Einer der frühen Vorreiter war RCA beziehungsweise die Radio Corporation America. Links sehen Sie Erfinder und Urvater der LCD-Technik, George Harry Heilmeier, der 1964 das erste LCD-Display auf Basis des Dynamic Scattering Modes (DSM) erfand. 1968 wurde DSM respektive die LCD-Technik erst-

mals im Rahmen einer Konferenz vorgestellt. Es gab einige frühe „Adopter“, darunter etwa Sharp, welche die ersten dieser LCD-Displays in Taschenrechnern oder Tischuhren nutzten. Doch blieb der kommerzielle Erfolg anfangs verwehrt.

Twisted Nematic for the Win!

Der erste große Durchbruch folgte im Jahre 1970 mit der Schweizer Patentanmeldung der „nematischen Drehzelle“ sowie der nahezu zeitgleichen Entwicklung der „Twisted Nematic Cell“ durch den US-Physiker James Fergason. Diese LCD-Technik ist noch heute in Form von TN-Displays verbreitet. Dieser Vorstoß räumte mit Problemen der DSM-Technik auf, darunter den Umstand, dass wie bei DSM beständig Strom fließen muss.

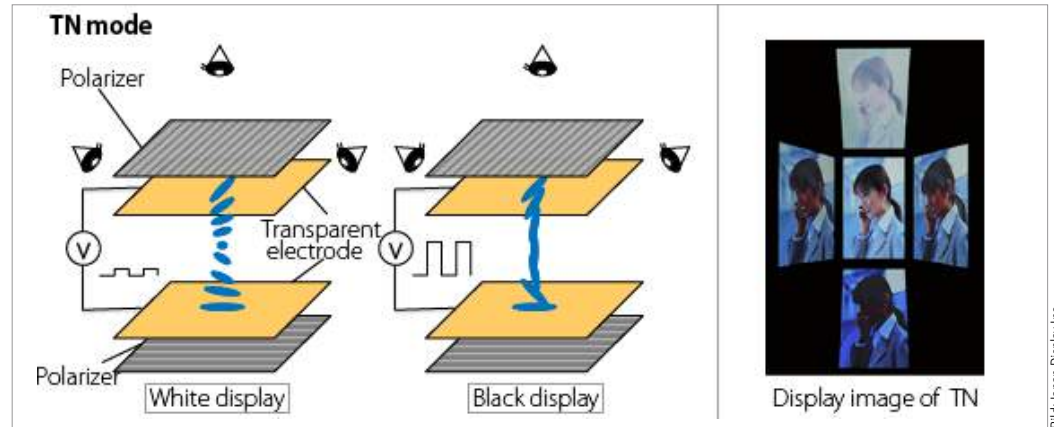
Die Flüssigkristalle eines TN-Displays sind im spannungsfreien Normalzustand um 90° verdreht, verschraubt, „twisted“. Licht, welches durch die erste, horizontale Polarisationschicht dringt und von dort in die Schicht Flüssigkeitskristalle dringt, wird durch diese also um 90° „verdreht“, abgelenkt. Darauf kann es so durch die zweite, vertikale Polarisationschicht dringen, ohne dass für die Flüssigkristalle eine Spannung anliegen muss. Legt man indes eine leichte Ansteuerungsspannung von wenigen Volt an, so richten sich die Flüssigkristalle zunehmend parallel zum Magnetfeld aus. Die Verdrehung der Kristalle nimmt ab, die Lichtabsorption durch den zweiten Polarisator zu – das Bild wird dunkel.

Da TN-Panels selbst mit Hintergrundbeleuchtung nur wenig Strom und keine beständig anliegende Spannung benötigen, markierte diese Technik den Durchbruch der LCD-Displays. Kurz darauf wurde die LCD-Technik mit Dünnschichttransistoren kombiniert. Bei diesen Aktiv-Matrix-Flüssigkeits-Displays können Pixel so angesteuert werden, dass einzelne Subpixel ihre Ladung behalten können. Dies wiederum erlaubt, Pixel mithilfe eines RGB-Filters farbig anzuzeigen. Ein Pixel besteht in diesem Fall aus drei Subpixeln, darüber liegt ein Farbfilter

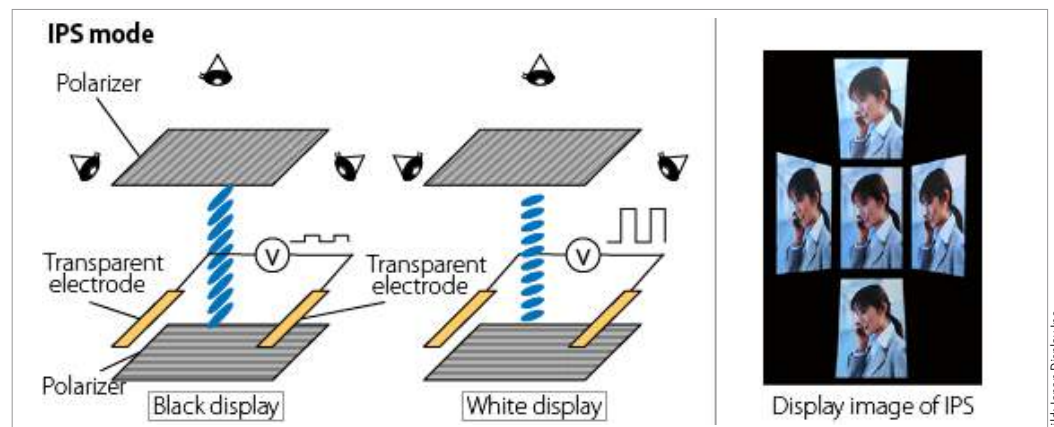
in Rot, Grün, Blau. Der Thin Film Transistor bestimmt wiederum für jeden einzelnen Subpixel den Ein-/Aus-Zustand und somit, durch welchen Farbfilter Licht dringt. Die Filter, durch die es dringt, bestimmen wiederum die Färbung des Pixels auf dem Bildschirm. In den 1980er-Jahren begannen sich LCD-Displays zu verbreiten, eroberten Anfang der 1990er den Laptop-Markt und sind seit den frühen 2000ern auch bei Desktop-PCs vertreten.

Im Blickwinkel: VA und IPS

TN-Panels bringen eine Vielzahl Vorteile, darunter insbesondere niedrige Kosten und geringen Energiebedarf. Ebenfalls positiv sind die geringen Schalt- und Latenzzeiten, die simple Technik respektive die Drehzellen können sehr geschwind ansprechen, auf Impulse geschwind reagieren. Doch aufgrund ihrer „verdrehen“ Natur kommen sie mit einigen Nebeneffekten. Zu den gewichtigsten Nachteilen bei Twisted-Nematic-Displays zählt der Blickwinkel. Wird ein Bild von links oder rechts, insbesondere jedoch oben oder unten betrachtet, so ändert sich die Position der verdrehten Flüssigkristalle in Relation zum Auge. Es entsteht eine optische Doppelbrechung, Farbkontraste leiden, Grautöne waschen aus oder wirken zu dunkel. Um dem abzuwehren, wurden mehrere Ansätze verfolgt. Im Jahre 1992 brachte Günter Bräuer vom Fraunhofer-Institut In Plane Switching respektive IPS ins Spiel. Der grundlegende Aufbau des Displays ist prinzipiell identisch wie bei einem VA-Panel, doch bei IPS verlagern



Bei TN- oder Twisted-Nematic-Cell werden die Flüssigkristalle in der Tiefe um 90° „verdrehen“. So abgelenkt, kann Licht die zweite Polarisationschicht durchdringen. Vorteile: Kosten, Reaktionszeit, Nachteile: Kontraste und Blickwinkelstabilität.



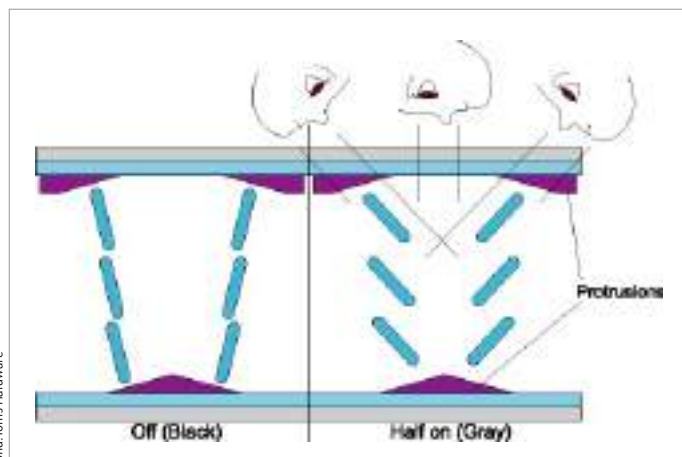
Bei IPS- oder In-Plane-Switching sind die Flüssigkristalle horizontal in einer Ebene orientiert. Dies begünstigt die Blickwinkelstabilität, verbessert Farben und Kontraste. Tendenzielle Nachteile sind höhere Kosten und höherer Leistungsbedarf.

sich die Flüssigkristalle horizontal in einer Ebene („in plane“) statt räumlich wie bei einem TN-Panel. Liegt Spannung an, drehen sich die Kristalle um bis zu 90°, lassen das Licht ungehindert passieren (siehe oben). Da sich die LC nur in

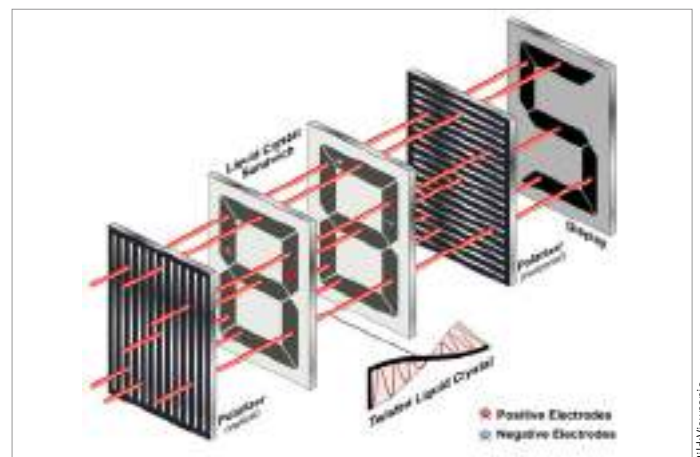
horizontaler Ebene drehen, bleiben sie stets in gleicher Relation zum Auge, daraus ergibt eine hohe Blickwinkelstabilität. Da das Licht obendrein bei maximaler Spannung ungehindert passieren kann, bietet IPS obendrein knallige Farben und gute

Kontraste. Auf der anderen Seite benötigen IPS-Displays eine stärkere Hintergrund-Beleuchtung und sind daher gegenüber TN ineffizienter.

Bei VA-Panels sind die Flüssigkristalle innerhalb der Zelle in ver-



Bei VA-Panels sind die LC vertikal angeordnet (Vertical Alignment). Vorteile sind Kontraste und Schwarzwerte, Nachteile Kosten sowie eher mäßige Reaktionszeiten.



LCDs mit TN-Panels verbreiteten sich in den 1970er-Jahren rasant, etwa in Form von Digitaluhren oder Taschenrechnern; anfangs noch monochrom, später auch farbig.

tikal Ebene orientiert („Vertical Alignment“). Im spannungslosen Zustand stehen die Flüssigkeitskristalle vertikal zueinander, beim Spannungsanlegen verdrehen sich die Kristalle zunehmend horizontal gegeneinander, bis sie schließlich, um 90° in die Horizontale verdreht, das komplette Licht absorbieren. VA ist weniger blickwinkelstabil als IPS, bietet indes die besten Kontraste und Schwarzwerte. Negativpunkt ist die schlechte Reaktionszeit, insbesondere bei Grau-zu-Grau sowie der vergleichsweise hohe Kostenpunkt.

Lichtspiel im Hintergrund

Im Großen und Ganzen sind sich TN-, VA- und IPS-Panels also relativ ähnlich. Im Grund unterscheidet sich lediglich die Ausrichtung und das Verhalten der Flüssigkeitskristalle, die zwischen zwei Glasplatten untergebracht und von Thin Film Transistors (TFTs) angesteuert werden. Die Techniken wurden über die Jahre verfeinert, die chemische Zusammensetzung der Flüssigkeitskristalle optimiert. Doch der vielleicht größere Durchbruch, der moderne Displays wie OLED, Mini- oder MicroLED ermöglicht, ist die LED-Technik respektive die Hintergrundbeleuchtung. In früheren Tagen wurden LCDs mit Leuchtstoffröhren bzw. -Lampen betrieben. In den frühen 2000ern begannen sich darauf, LEDs durchzusetzen, welche das Leuchtstoff-Backlighting nach und nach ersetzten. Für kurze Zeit war daher für LCDs mit LED-Backlighting auch die Bezeichnung „LED-Panel“ geläufig, hierbei handelt es sich allerdings um eine Fehlbezeichnung. LED-Displays nutzen farbige, bis-

lang häufig handelsübliche Dioden (auch als RGB-LED bekannt). Displays dieser Art waren bis dato im Regelfall gewaltige Anzeigetafeln, prominent etwa vertreten auf dem New York Times Square. Mittlerweile gibt es einige TV-Geräte, doch diese zumeist im höheren Preissegment. Bei Desktop-Applikationen sind LEDs bis dato (respektive bei TN, VA- oder IPS-Displays) explizit für das Backlighting zuständig. Dies reduziert im Vergleich zu Leuchtstoffröhren (CCFL, Kaltkathoden) den Energiebedarf, erhöht die Effizienz, erlaubt flachere Monitore und reduziert Flackern sowie potenziell die Temperaturen.

In jüngerer Tagen kommen für das Backlighting häufig LED-Cluster, zum Einsatz. Diese können getrennt voneinander angesteuert werden, um bestimmte Bildteile zu erhellen oder zu verdunkeln. Diese auch als „Local Dimming“ bekannte Herangehensweise erlaubt hohe Kontraste, tieferes Schwarz und sattere Farben, kommt jedoch mit einigen Nachteilen. Zu diesen zählen Edge- oder generell Light-Bleeding, schlechte Kontraste und Farbwerte an den Rändern der LED-Cluster. Diese unschönen Nebeneffekte verschärfen sich tendenziell, je weniger LEDs respektive Dimming-Zonen respektive LED-Parzellen bei einem Display vorhanden sind. Die volle - konventionelle - LED-Backlight-Pracht setzt ein Full-Array-LED-Backlight voraus, eine selten aufzufindende und kostspielige Angelegenheit.

Kleinere LEDs, mehr LEDs

Die Lösung ist im Grunde einfach. Möchte man ein Plus an LEDs auf

gleicher Fläche unterbringen, so müssen die LEDs kleiner ausfallen. Hier kommen Mini-LEDs ins Spiel. Im Grunde handelt es sich schlicht und einfach um besonders kleine, besonders effiziente LEDs. Bei Mini-LED-Displays können diese in größerer Zahl und in deutlich mehr Dimming-Zonen untergebracht werden, was insbesondere die Leuchtstärke erhöht. Hochwertige Displays und TV-Geräte bieten Hunderte bis über 1.000 einzeln steuerbare Zonen.

Mini-Zonen-Beleuchtung

Allerdings muss noch immer gedimmt werden, um satte Schwarzwerte zu erhalten. Da dies auch mit Mini-LEDs in „Zonen“ geschieht (wenn auch kleineren, feineren), also nicht Pixel für Pixel, müssen ganze Teile des Bildes gedimmt werden. Dies geht auf Kosten punktueller Spitzenhelligkeit. Haben Sie etwa einen Sternenhimmel, so können die hellen, funkelnden Sterne nicht mit ihrer maximalen Helligkeit strahlen, da die Zone drumherum aufgrund des schwarzen Weltalls gedimmt werden muss, um die Kontraste zu wahren. Auf der anderen Seite neigen Mini-LED-Displays bei großen, hellen Flächen zum „Blooming“, auch „Halo-Effekt“ genannt. Es handelt sich also um eine Form von Überstrahlung, die sich von großen hellen Flächen auch auf nebenliegende, dunklere Bildinhalte auswirkt. Abermals gilt: Je mehr Mini-LEDs, je mehr Dimming, desto besser. Doch auch bei den vergleichsweise winzigen Mini-LEDs ist irgendwann die maximale Dichte erreicht, zudem steigt mit zunehmender Anzahl natürlich auch der Preis und die Energie-Aufnahme.

Einige (TV-)Anbieter kombinieren im Übrigen Mini-LED-Technik mit Quantum Dots.

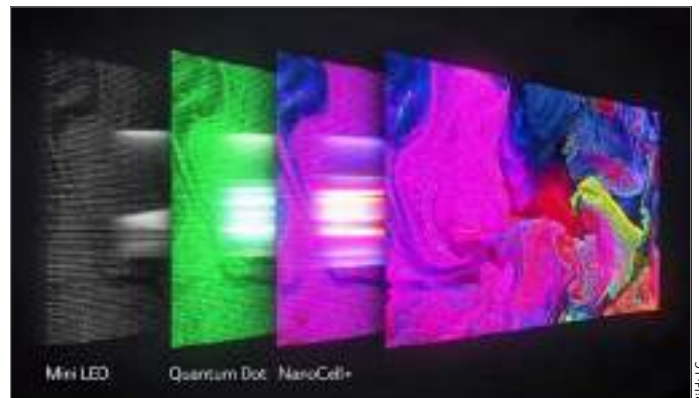
LG bietet etwa seit 2021 mit QNED Mini-LED (Quantum Nano-Emitting Diode). Die Mini-LEDs sind in diesem Falle blau. Dieses blaue Leuchten kann wiederum die Quantum Dots „erregen“, sie in einen erhöhten Quantenzustand versetzen. Darauf beginnen diese, selbst zu leuchten. Die Nano-Cell wiederum ist eine zusätzliche, anorganische Schicht feiner Partikel, die ähnlich einem Farbfilter funktioniert und bestimmte Wellenlängen des Lichts besonders betont, hervorhebt, herausfiltert. Im Falle von LG sind diese Anteile reines Grün und reines Rot. Zusammen mit dem blauen Mini-LED-Backlight erhalten Sie also die elementaren Farbbestandteile des Bildes: Rot, Grün, Blau. Vorteile sind knackige Farben, durch die Nanoschicht verminderte Halo-Bildung und eine hohe Blickwinkelstabilität. Die Technik kommt indes bislang vornehmlich in (kostspieligen!) TVs zum Einsatz.

Neue(O)LEDs benötigt!

Seit vielen Jahren macht außerdem OLED von sich hören. Die Technik lässt PC-Spielern schon länger das Wasser im Munde zusammenlaufen, versprechen OLEDs doch hohe Farbtreue, tiefstes Schwarz, präzise Ausleuchtung sowie flinke Reaktionszeiten. Entdeckt wurden OLEDs bereits in den 1950er, doch bis Anfang der 1980er Jahre waren die technischen Gegebenheiten nicht ausgefeilt genügend, um die Entwicklung voranzutreiben. Darüber hinaus hatte über viele Jahre OLED mit einem inhärenten Pro-



Mini-LEDs sind im Grunde kleinere LEDs. Diese sind besonders für Local-Dimming nützlich, es können mehr LEDs respektive ein Plus an Zonen verbaut werden.



Blaue Mini-LEDs können auch genutzt werden, um Quantum Dots anzuregen. LGs QNED nutzt diese um grüne QD zu erregen, das Rot stammt von der NanoCell.

blem zu kämpfen, das selbst heute noch ein gewisses Hindernis darstellt: ungleichmäßige Abnutzung farbiger respektive generell Oxidation aufgrund der organischen Natur der OLEDs. OLEDs sind sogenannte Dünnschichtelemente, bestehen also aus einer Serie, meist auf Kohlenstoffbasierenden dünnen organischen Filmen, Schichten, die zwischen zwei Leitern platziert werden. Legt man Strom an, so beginnen diese Schichten zu leuchten. Je nach chemischer Zusammensetzung in unterschiedlicher Wellenlänge respektive mit verschiedenen Farben. „Klassische“ OLED-Panels sind also tatsächlich LED-Displays.

OLEDs bieten generell einen sehr hohen Kontrast, tiefstes Schwarz, sehr schnelle Reaktionszeiten, eine zumeist hohe Farbtreue sowie eine starke Leuchtkraft bei vergleichsweise geringer Energieaufnahme.

Flex and Burn

Diese dünnen OLED-Layer können sehr flexibel ausfallen. Daher hat die Technik über die Jahre nicht zuletzt bei faltbaren Smartphones oder biegsamen Bildschirmen von sich hören lassen. OLEDs können gar auf Textilien gedruckt werden, um etwa hippe Wearables beziehungsweise Klamotten mit flexiblen Leuchtbändern oder Displays auszustatten. Dies kommt allerdings mit einem Haken, denn während Glas ein guter Isolator ist, kann flexibler Kunststoff luft- respektive sauerstoffdurchlässig sein, gar Feuchtigkeit eindringen lassen; was wiederum Oxidation begünstigen kann.

Während die organischen LEDs über die Jahre stetig verbessert

wurden, bleibt die Gefahr des „Burn-Ins“ des Einbrennens beziehungsweise die ungleichmäßige Abnutzung farbiger OLEDs bis heute bestehen. Dies wird abermals von unbewegten, lange sichtbaren Bildinhalten begünstigt, also etwa dem Windows Desktop.

Die Hersteller von OLED-Displays haben allerdings Techniken entwickelt, welche die Burn-In-Problematik minimieren. Dank Entwicklungen dieser Art sind OLED-Displays heute auch für den PC erhältlich. Allerdings tendenziell nicht in „klassischer“ Form, also RGB-OLED, sondern mit abgewandelter Technik. Primär vertreten sind aktuell W-OLED und QD-OLED. Für diese Art OLED-Panels gewähren Hersteller obendrein häufig eine entsprechend langfristige Garantie, teils mit „Burn-In-Garantie“. Die im hinteren Teil dieses Artikels getesteten Monitore von Asus und Corsair etwa volle drei Jahre, inklusive Burn-In-Versicherung. Allerdings steht dabei zu beachten, dass diese erweiterte Garantiegewährung eine „sachgemäße Handhabung“ voraussetzt. Dazu zählt auch die regelmäßige Wartung mittels „Burn-In-Protection“ oder „OLED-Care“ im OSD der jeweiligen Displays. Ganz verschwunden ist die Einbrenn- respektive Abnutzungsproblematik demnach nicht.

OLED, W-OLED, QD-OLED?

Es gibt prinzipiell drei unterschiedliche Herangehensweisen, die sich teils stark voneinander unterscheiden. Bei regulären OLED-Panels wird das farbige Licht direkt von den organischen LEDs erzeugt, es gibt kein Backlight und keinen

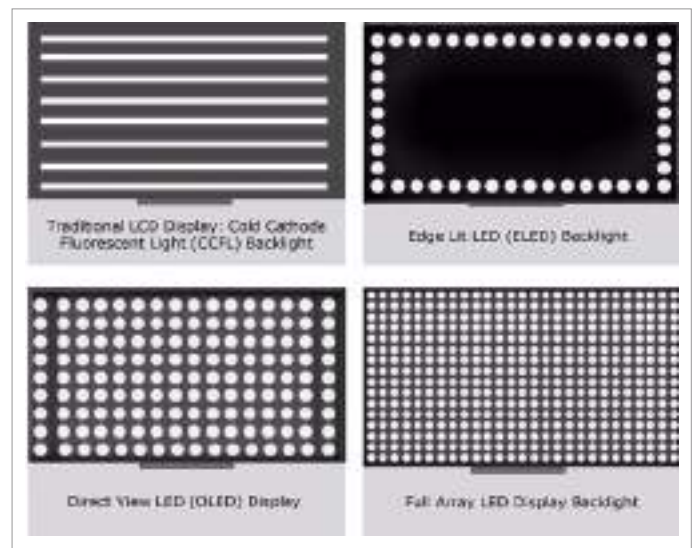


Bild: Radiant Vision Systems

Verschiedene Formen von Backlighting. Oben links die ursprüngliche Methode via Leuchtstoffröhren. Das OLED-Beispiel gibt Licht direkt aus, kein Backlight vonnöten.

Farbfilter, durch die das Licht geleitet werden muss. Die einzelnen Subpixel werden mit farbigen OLEDs in RGB gebildet, daher sind diese Panels auch als RGB-OLED bekannt. Bei diesen ist die ungleichmäßige Abnutzung der farbigen, organischen Leuchtdioden besonders ausgeprägt.

W-OLED ist eine von LG entwickelte Technik, die ebendiese ungleichmäßige Abnutzung verhindert, indem ein weißes OLED-Layer genutzt wird, um Licht von hinten durch einen Farbfilter zu schicken. W-OLED wird daher auch als „Bottom Emitting“ klassifiziert. Da diese Filter einen Teil des Lichts absorbieren, verbaut LG einen vierten, transparenten Filter, um diesen Umstand zu kompensieren. Ein Subpixel besteht also aus vier Farbfiltern, Rot, Grün,

Blau und Weiß. Gegenüber RGB-OLEDs ist die Effizienz geringer, die Farbtreue aufgrund der Filter etwas geringer. Im Gegenzug wird die ungleichmäßige Abnutzung farbiger OLEDs minimiert.

W-OLED ist aktuell bereits in dritter Generation erhältlich, jüngere Displays kompensieren die tendenzielle Energie-Ineffizienz mit sogenannten Micro-Lens-Arrays (MLA oder MLA+). Dabei handelt es sich um kleine Linsen, welche das vom OLED-Layer abgegebene Licht zuvor bündeln, konzentrieren und somit die Effizienz erhöhen. Dies kommt nicht nur der Energieaufnahme sowie maximalen Helligkeit zugute, sondern erhöht außerdem die potenzielle Lebenszeit der OLED. Je weniger Energie, je weniger Wärme, desto weniger Oxidation.

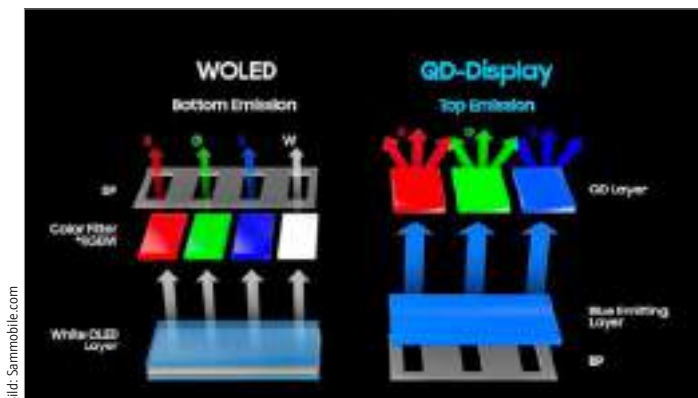


Bild: Sammobile.com

LG nutzt für W-OLED ein weißes OLED-Layer, schickt das Licht durch einen RGBW-Filter. Samsung nutzt ein blaues Layer zum Erregen der farbigen Quantum Dots.

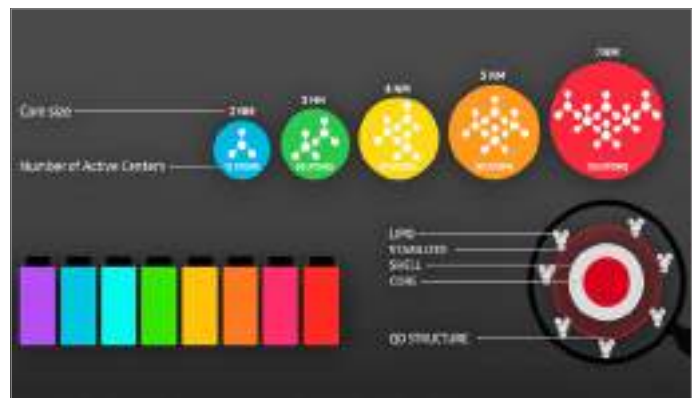


Bild: Sammobile.com

Bei Samsungs QD-OLED bestimmt die Größe der Quantum Dots die Farbe des abgegebenen Lichts. Dies begünstigt die Farbtreue und erlaubt eine hohe Effizienz.

Nano meets Quanten-Physik

QD-OLED wurde von Samsung entwickelt und unterscheidet sich in vielen Belangen von RGB- und W-OLED-Displays. Auch Samsung verbaut einen OLED-Layer, doch dieser ist nicht dazu angedacht, das eigentliche Licht abzugeben, sondern nutzt blaues Licht (bzw. UV), um die namensgebenden Quantum Dots in einen „erregten Zustand“ zu versetzen. Die Quantum Dots nehmen also das blaue Licht in Form von Energie auf und strahlen es darauf selbst wieder ab – je nach chemischer und physischer Beschaffenheit der QDs monochromatisch oder in den reinen, puren Farben Rot, Grün und Blau. Das Licht wird also in den reinen Komplementärfarben ungefiltert und ungehindert abgegeben. Die Farbtreue ist demnach insbesondere bei reinem Rot, Blau und Grün besonders hoch. Der Verzicht auf einen Farbfilter, der bis zu zwei Drittel des auftretenden Lichts absorbieren kann, sind QD-OLEDs obendrein besonders effizient. Zudem wird durch Color Crosstalk („Farbübertragung“, „Farbüberspringen“) wie es innerhalb Farbfiltern insbesondere zwischen Grün und Blau auftreten kann, verhindert.

Bei Samsungs QD-OLEDs wird also ein Layer organischer LEDs genutzt, um blaues Licht zu erzeugen. Dieses wiederum versetzt die nanometerkleinen Quantum Dots in einen „excited State“, woraufhin diese wiederum selbst farbiges Licht erzeugen. Das blaue OLED-Layer dient also nicht als eigentliche Beleuchtung oder gar Backlight, sondern transferiert Energie in Form von blauem Licht zu den Quantum Dots, die daraufhin selbst Licht er-

zeugen. Es handelt sich also um eine Form von Photolumineszenz. Dabei bestimmt die Größe der winzigen, aus wenigen Atomen bestehenden QD, welche Farbe diese abgeben. Die Größe, oder vielleicht akkurer: die extrem geringe Größe der Quantum Dots kommt allerdings auch mit gewissen Nachteilen. Quantum Dots sind anorganische Nanokristalle, im Gegensatz zu OLEDs haben sie also eine kristalline Struktur. Die von Samsung entwickelten Quantum-Dot-Kristalle basieren auf dem chemischen Element Indium. Das seltene Schwermetall ist gegenüber früheren, anderen Herangehensweisen, die Cadmium-Verbindungen oder Selenide verwenden, nicht toxisch. Die Kristalle können direkt auf dem Wafer „gezüchtet“ werden.

Kleinere Randerscheinungen

Die (aktuellen) technischen Schwierigkeiten betreffen dabei den Umstand, dass sowohl Wafer-Platte hauchdünn, als auch Quantum Dots winzig klein ausfallen. Die Genauigkeit bei der Fertigung liegt im Bereich von wenigen Nanometern, dies erhöht nicht nur die Kosten, sondern erschwert obendrein die genaue Platzierung der nur wenige Atome messenden Quanten-Pünktchen. Dies kann zu einigen Nebeneffekten führen, im Falle, dass es zu minimalen Abweichungen bei der Herstellung kommt oder die Platzierung der QD im Panel selbst um wenige Nanometer abweicht.

Erschwerend kommt unter anderem bei Samsungs Herangehensweise hinzu, dass aufgrund der unterschiedlich großen Quantum Dots respektive den fehlenden Farbfiltern kein „klassisches“ Subpixelraster genutzt werden kann, wie etwa bei LGs W-OLED oder handelsüblichen LCD-Displays. Samsung nutzt eine trigonale Subpixel-Struktur, dies kann sogenanntes „Fringing“ begünstigen, eine Art Farbverschiebung, die insbesondere bei Text und scharfen Kanten, etwa dem Rand eines Windows-Fensters auffällig wird. Minimale Abweichungen bei der Fertigung können diese Umstände verschärfen.

Diese Problematik ist allerdings generell bei Quantum Dots und auch anderen, winzigen Nano-Materialien vorhanden. Ein etwas un-



Bild: source Plessey

Die Zukunft? MicroLEDs sind tatsächlich nur wenige Mikrometer klein. Aufgrund ihrer anorganischen Struktur nutzen sie sich weniger schnell ab als organische LEDs.



„Fringing“: Farbsäume treten bei QD-OLED (sowie QNED und potenziell MicroLED) teils sichtbar auf, begünstigt durch Subpixel-Layout sowie Fertigungstoleranzen.

schöner Umstand, der allerdings hauptsächlich auf dem Desktop, respektive bei Text, und kaum bei Bewegtbildinhalten auffällig wird. Auf der Habenseite bietet QD-OLED besonders knackige Farben, eine gegenüber W-OLED und insbesondere RGB-OLED verringertes (doch noch immer vorhandenes!) Burn-In-Risiko sowie eine hohe Energieeffizienz und damit eine erhöhte Lebensdauer der organischen LEDs.

Bei Mini-LED-Display, die ähnlich LGs QNED-Panels ebenfalls auf Quantenpunkte setzen, kann es ebenfalls zu gewissen Abweichungen kommen. Bei der Fertigung vergleichsweise hohen, jedoch im Bereich nur weniger Nanometer, Toleranzen geschuldet. Diese Fertigungsschwierigkeiten treten auch bei MicroLED der Fall. Diese Display-Technik hat bislang auch aufgrund ebendieser Fertigungsschwierigkeiten noch nicht den Massenmarkt erreicht. Die Preise für erhältliche TV-Geräte liegen zumeist im deutlich sechsstelligen Bereich. Bis 2027 sollen die Preise allerdings deutlich sinken. Falls Sie mit einem OLED-Display liebäugeln: Die beste Zeit für eine Anschaffung ist vielleicht die heutige. Denn die Nachfolge-Technik steht bereits in den Startlöchern.

Noch besser als OLED?

MicroLEDs sind ebenfalls winzige, anorganische Kristalle, die auf

Wafer-Platten „gezüchtet“ werden können. Im Gegensatz zu Quantum Dots werden diese allerdings nicht durch Licht in einen erregten Quantenzustand versetzt, sondern wandeln wie reguläre LEDs elektrischen Strom in Licht. Es handelt sich also um Elektro-, nicht Photolumineszenz. MicroLEDs sind im Grunde sehr ähnlich handelsüblicher LEDs, doch sind sie mikroskopisch klein, ihre Leuchtfläche beträgt nur wenige µm. Abseits der aktuellen Schwierigkeiten bei Fertigung und den damit verbundenen, noch astronomisch hohen Preisen wirkt die MicroLED-Technik allerdings sehr vielversprechend. MicroLED-Panels bieten praktisch alle Vorteile der OLED-Technologie, bieten knackige Farben, tiefstes Schwarz sowie schnelle Reaktionszeiten. Der vielleicht größte Vorteil ist indes, dass MicroLEDs anorganischer Natur sind, nicht den gleichen Abnutzungsprozessen ausgesetzt sind, wie es bei organischen LEDs der Fall ist. Doch aktuell sind MicroLEDs noch Zukunftsmusik – zumindest zu bezahlbaren Preisen. Aktuell lohnt vielmehr ein Blick ins Jetzt, respektive auf attraktive PC-Displays mit OLED-Technik. Zum Beispiel auf die beiden Monitore in unserem folgenden Test. Corsair präsentiert ein schickes, 34-Zoll messendes QD-OLED-Display im 21:9-Format, Asus steuert den aktuell vielleicht besten W-OLED-Monitor für Gamer bei.

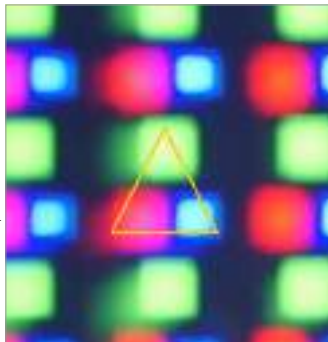


Bild: Ulrike Kuhnmann, ct

Aufgrund uneinheitlicher Größe der Quantum Dots ist das Subpixel-Layout bei Samsungs QD-OLED dreieckig. Dies kommt mit Vor- und Nachteilen.



MANUEL
PCGH
Notebook-Nerd



LUKAS
Games Group
SciFi-Nerd



VERONIKA
E-Commerce
CosPlay-Nerd



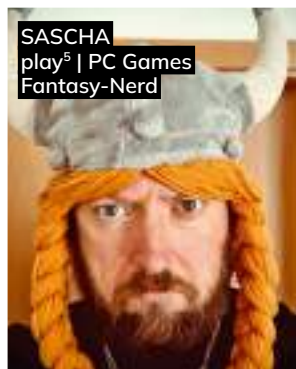
JOHANNES
N-Zone
Nintendo-Nerd



MATTHIAS
PC Games
Video-Nerd



SANTI
PCGH
Video-Nerd



SASCHA
play5 | PC Games
Fantasy-Nerd



TANJA
PC Games MMORPG-Nerd

Wir lieben es.

Wir leben es.

- Lieblingsthemen: Gaming. IT. Entertainment.
- Mehr Stories. Mehr Hintergründe. Mehr Herz. ❤️
- Gründlicher. Übersichtlicher. Unterhaltsamer.
- Magazine. Apps. Webseiten. Streams. Podcasts. Und mehr.

shop.computec.de | Oder in eurem Store nach dem Magazin-Namen suchen:



Computec Media. Von Nerds für Nerds.

Folgt uns:



COMPUTEC
marquard group

Asus ROG Swift PG32UCDP: OLED-Traum für Spieler?

Asus 32-Zoll messender ROG Swift PG32UCDP lässt Spielerherzen höher schlagen. Kein Wunder, so bietet das knapp 1.800 Euro kostende Prachtstück nicht nur ein feines 4K-OLED-Display, satte Schwarztöne und extrem schnelle Reaktionszeiten, sondern obendrein einen Dual-Mode. Mit diesem können Sie etwa feinste Blockbuster-Grafik in scharfen 4K bei flotten 240 Hz genießen. Oder sie schalten in den kompetitiven Modus und profitieren in schnellen Multiplayer-Games von 480 Hz und verringerten Latenzen, dann allerdings maximal in Full HD.

Der Monitor im klassischen 16:9-Format und mit einer Bild-diagonale mit immerhin 81,3 cm kaschiert die Wuchtigkeit dank „rahmenlosem Design“ geschickt: Der Rand des Panels fällt mit knapp 0,5 cm sehr schlank aus, die nötige Elektronik sowie deren Kühlung verbirgt sich größtenteils in einem ca. 6,2 cm dicken Kasten an der Rückseite. Der dreibeinige, ca. 61 cm breite Standfuß ist ausladend und bietet sicheren Halt, während der Winkel der zwei langen Halterungsfüße flach genug ausfällt, um dazwischen an der Front eine (Full-size)-Tastatur zu platzieren.

Auf der Rückseite kann auf Wunsch die auffällige, individualisierbare RGB-Beleuchtung zugeschaltet



werden. Die Monitorständer bietet eine zusätzliche RGB-Lighting und kann ein Logo auf die Tischoberfläche projizieren. Für die Montage etwa an einem Monitor-Arm oder -Wandhalterung liegt dem PG32UCDP ein VESA-Adapter bei.

W-OLED-Pracht 3. Generation

Asus ROG Swift PG32UCDP bietet allerdings nicht nur ein gefälliges Design und den insbesondere für kompetitive Spieler nützlichen

Dual-Mode. Der Monitor kommt obendrein mit vielen weiteren Qualitäten und das qualitativ sehr hochwertige Bild sollte nicht zuletzt Erwähnung finden. Asus verbaut im PG32UCDP ein W-OLED-Panel von LG der dritten Generation (siehe ersten Teil des Artikels).

Die dritte W-OLED-Generation bietet eine ganze Reihe Vorzüge, die bei dem PG32UCDP zur Geltung kommen. Abseits der hohen, maximalen Wiederholrate(n) gehört das Microlens-Array (MLA, MLA+) zu diesen Errungenschaften. Die kleinen Mikrolinsen konzentrieren bei W-OLED-Displays das weiße, vom OLED-Layer abgegebene Licht, bevor dieses auf die Filter (Rot, Blau, Grün plus einen weißen) trifft. Dies erhöht die Effizienz des Displays. Der Gewinn kann entweder in erhöhte Leuchtkraft, eine geringere Leistungsaufnahme investiert werden, oder eine Kombination davon. Eine geringere Leistung erhöht auch die Langlebigkeit der organischen LEDs. Techniken wie MLA(+) kommen also tendenziell auch der Langlebigkeit des Bildschirms zugute.

Bei dieser gibt es generell Fortschritte bezüglich OLED-Displays, was sehr erfreulich ist. Dies ist auch

beim Asus PG32UCDP ersichtlich, denn der Hersteller gibt nicht nur 3 Jahre Garantie, sondern inkludiert bei dieser außerdem einen OLED-Einbrennschutz. Dieser gilt im gleichen, dreijährigen Garantiezeitraum, setzt allerdings sachgemäße Handhabung sowie den Nutzen der OLED-Care-Funktion voraus. Ein Blick ins Kleingedruckte ist im Zweifel ratsam.

Bild klasse, Messwerte top!

Die Bildqualität des PG32UCDP ist bereits bei subjektiver Betrachtung ausgezeichnet. Das mit einer entspiegelten Anti-Glare-Beschichtung versehene Display bietet extrem sattes Schwarz. Die Farben treten satt und kontraststark hervor. Dank Display HDR 400 True Black sowie einer hohen, maximalen Helligkeit wirken die Farben nochmals knalliger, insbesondere natürlich bei entsprechenden HDR-Inhalten. Wir messen kräftige 830,2 cd/m². Dies liegt zwar unter der Herstellerangabe von 1.300 cd/m², doch ist das Asus-Display auch nur mit Display HDR 400 True Black zertifiziert. Die maximale Leuchstärke ist demnach sehr hoch.

DisplayHDR True Black ist dabei ein neuer Standard für HDR-Displays und spezifisch auf OLED aus-



Asus ROG Swift PG32UCDP bietet ein „randloses Design“, das Display ist kaum 0,5 cm dünn. Dieses verleiht dem Bildschirm einen angenehm schlanken Look.

gelegt. Eine Besonderheit bei (aktuellen) Monitoren mit OLED-Panels ist, dass die maximale Helligkeit auf eine kleine Fläche beschränkt ist. Je größer, desto stärker wird das gesamte Bild gedimmt. Dies ist sowohl bei W-OLED und QD-OLED-Displays der Fall und auch bei unseren beiden Testkandidaten. Die Leuchtstärke wird in Gesamtheit eingeschränkt, um die Energieaufnahme zu reduzieren und damit auch die Wärmeentwicklung zu begrenzen. Dies wiederum dient außerdem dazu, die Lebensdauer der OLEDs zu erhöhen. Denn höherer Energie und größere Wärmeentwicklung bedeutet auch eine schnellere Abnutzung beziehungsweise begünstigt Oxidation.

Punktuell können OLED-Displays allerdings sehr kräftig strahlen und auch wenn Asus' PG32UDCP nicht ganz an die Werksangaben von maximal 1.300 cd/m² herankommt, wirken die gemessenen 830,2 cd/m² im HDR-Modus extrem hell, was wiederum auch dem tiefen Schwarz zu verdanken ist. Vielmehr vielleicht allerdings noch, dass bei dem W-OLED-Monitor kein Light-Bleeding auftritt. Auch unschöne, bei Displays mit (Mini-)LED-Backlighting sowie Local Dimming häufig zu beobachtendes Blooming ist nicht zu erkennen. Die Kontraste sind messerscharf. Die Segmentierung zwischen grellhell und tiefdunkel verlaufen nahezu pixelperfekt, wie mit dem Skalpell fein säuberlich getrennt.

Beim Spielen oder Mediengenuss ist das HDR-Bild eine wahre Pracht, punktuell sehr leuchtstark, wirkt außerordentlich dynamisch. Selbst mit dem für Displays mit Backlighting/Local Dimming oft problematischen Sternenhimmel hat Asus W-OLED-Prachtexemplar keine Schwierigkeiten. Bei konventionellen Displays mit LED-Backlighting wird aus in schwarzer Leere des Alls funkelnden Sternefeldern aufgrund von Blooming und/oder Light Bleeding häufig eine unschöne, graue Melange. Das eigentlich tiefe Schwarz des Alls wird von Corona-Effekten um die kleinen, hellen Sterne überlagert. Das Licht überträgt sich von den winzigen, hellen Punkten auf das umliegende Schwarz des Alls, verfärbt es grau. So als wäre zwischen den Sternen

nicht die dunkle Leere des Alls, sondern als würde ein diffuser Nebel, das Bild verhängen, den Blick in das Universum trüben.

Genau dies tritt mit modernen OLED-Monitoren, mit dem PG32UCDP nicht auf. HDR-Bilder und -Videos von Sternenhimmel, vom All, werden aus ebendiesem Grund gern herangezogen, um die Vorteile von OLED-Displays (oder um Schwächen von Monitoren mit Backlighting respektive Zonen-Beleuchtung) zu demonstrieren. Bei OLED-Displays ist das Bild wesentlich klarer, erhält durch die hohen, scharfen Kontraste beinahe eine plastische Tiefe. Dies ist sehr beeindruckend und in ähnlicher Qualität bislang kaum bei anderen Monitor-Typen vorzufinden. Das W-OLED-Display des Asus PG32UDCP kann hier voll überzeugen und die Stärken der OLED-Technologie ausspielen. Dem kommt wohl obendrein zugute, dass ein W-OLED-Display dritter Generation verbaut wurde, das auf MLA+ respektive einen Micro-Lens-Array bauen kann. Die winzigen Linsen fokussieren das Licht nochmals, akzentuieren besonders kleine, helle Bildbereiche.

Während die maximale Helligkeit beim Spielen und Filmeschauen insbesondere in HDR ausgesprochen beeindruckend ausfällt, kann die Desktop-Darstellung etwas irritierend ausfallen. Da die gesamte Leuchtstärke des OLED-Displays sinkt und umso deutlicher reduziert wird, je größer helle Bildinhalte darauf dargestellt werden, sinkt die



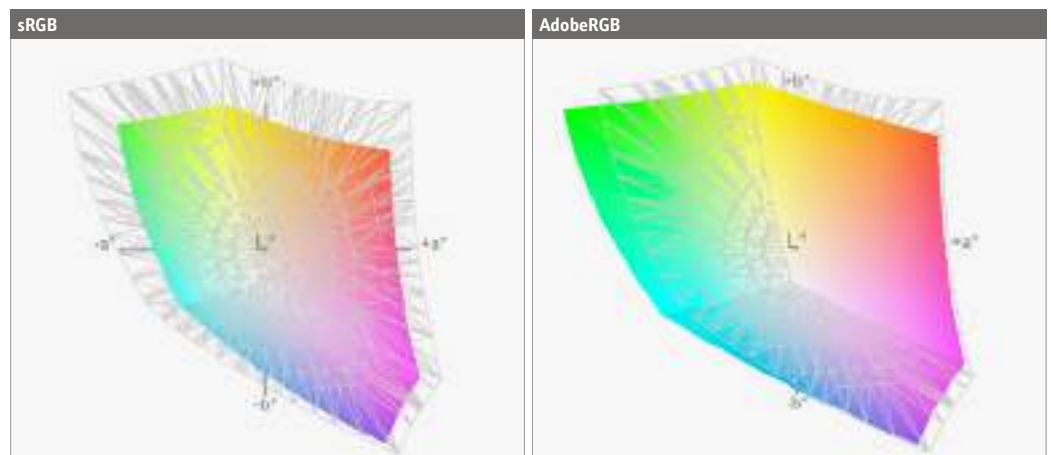
Die Anschlüsse des PG32UCDP sind an der Unterseite angebracht. Interessant: Neben einem Klinkenausgang bietet der Monitor einen optischen Toslink-Line-Out.



Anhand dieses Vergleichs wird der Vorteil des 480-Hz-Full-HD-Modus sichtbar. Dank der doppelt so hohen Refreshrate ist das Test-UFO deutlich sauberer.



Das W-OLED-Display verlangt regelmäßige Wartung. Die inkludierte, dreijährige Burn-In-Garantie gilt nur im Falle, dass Sie diese auch nutzen!



Asus PG32UCDP bietet satte Farben und eine recht hohe Farbtreue. sRGB wird zu 147 Prozent ausgefüllt, selbst das anspruchsvollere AdobeRGB wird mit gemessenen 101 Prozent voll abgedeckt.

Helligkeit etwa auch, wenn Sie ein Windows-Fenster aufziehen oder Ihren Internet-Browser maximieren. Gesetzt den Fall natürlich, Sie nutzen eine klassische Darstellung, keinen „Dark Mode“ oder ein entsprechend dunkles Desktop-Layout. Um diesen unschönen Effekt zu vermeiden, kommen aktuelle OLED-Monitore mit einer „An-

gleichungsfunktion“, welche die maximale Helligkeit reduziert, das Bild auf eine uniforme, gleichmäßige Leuchtkraft bringt. Bei dem PG32UCDP respektive Asus wird diese Option „Uniform Brightness“ genannt. Schalten Sie diese Option im OSD des Monitors zu, reduziert sich die maximale Gesamthelligkeit des Displays auf ebenjene ~400

cd/m², welche der Angabe DisplayHDR 400 entsprechen. Dies entspricht außerdem der maximalen Leuchtkraft im SDR-Modus. Allerdings kann diese nun auf das gesamte Panel gleichmäßig wirken, es uniform ausleuchten, nicht nur punktuell. Wollen Sie beim Spielen oder Filmeschauen die volle Strahlkraft des PG32UCDP genießen, sollten Sie die „Uniform Brightness“ demnach deaktivieren und HDR zuschalten. Bedienen Sie Ihren Desktop, zum Surfen oder Arbeiten, ist es dagegen angenehmer, die Uniform Brightness zuzuschalten.

Nicht nur die starke (maximale) Leuchtkraft des PG32UCDP verleihen dem Bild eine beeindruckende Dynamik, auch die Farben ausgesprochen lebendig. Dies bestätigen auch unsere Messwerte: Der sRGB-Farbraum wird zu satten 147 Prozent, mit 101 Prozent wird gar der anspruchsvollere AdobeRGB-Farbraum ausgefüllt. Auch die Farbtreue ist angenehm hoch. Dabei muss sich der W-OLED-Asus-Monitor allerdings dem QD-Display von Corsair geschlagen geben, das gerade bei den Komplementärfarben besonders reines Rot, Grün, Blau wiedergeben kann, da die QD das farbige Licht direkt abstrahlen. Bei der W-OLED-Technik schlucken die Farbfilter einen nicht unbeträchtlichen Teil des Lichts, oben sind diese für Color-Crosstalk, also ein „Farbüberspringen“ von Filter zu Filter anfällig. Obgleich LG dies mit W-OLED Generation 3 beziehungsweise den Micro-Lens-Arrays zu kompensieren versucht, kommt die Farbdarstellung nicht an die nochmals satteren und akkurateren Farben des Corsair 34QWQHD240-C heran. Auch bei der maximalen Leuchtkraft ist das W-OLED-Display leicht unterlegen. Das bei Corsair verbaute Quantum-Dot-Panel kann in diesen Disziplinen seine inhärenten Stärken ausspielen. Die hohe Effizienz der Quantenpunkte erlaubt helleres Strahlen, die direkte Ausgabe ohne Filter besonders reine Farben.

Ein sichtbarer Vorteil des W-OLED-Panels respektive des Asus-Monitors ist dagegen die Textausgabe und Darstellung von feinen, horizontalen Linien, also etwa dem Rand eines Windows-Fensters. Durch die Subpixelstruktur, die bei

LGs W-OLED rechteckig, bei Samsungs QD-OLED indes dreieckig ausfällt, zeigt das Asus-Display keinerlei „Fringing“-Artefakte, wie es beim Corsair-Display der Fall ist.

Der Asus-Monitor ist dem Corsair-Display außerdem bei der Reaktionszeit und beim Input-Lag überlegen. Zumindest beim Nutzen des 480-Hz-Modus sind die gemessenen Vorteile des Asus-Monitors recht deutlich. Subjektiv fällt die Unterscheidung allerdings schon schwieriger. Nicht nur zwischen dem Asus- und Corsair-Display: Die Unterschiede bei den 240/480-Hz-Modi des PG32UCDP dürften in erster Linie sensible Naturen anhand der reduzierten Eingabelatenz bemerken. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass 240 Hz bereits einen sehr geringen Input-Lag gewähren. Für ausgesprochen kompetitive Naturen bietet der Asus-Monitor indes leichte Vorteile.

Insbesondere für Spieler bietet der PG32UCDP obendrein einige mehr oder minder nützliche KI-Features. Darunter ein „intelligentes“ Fadenkreuz, welches sich optional via OSD einblenden lässt und je nach Hintergrund die eigene Färbung anpasst. Die AI-Sniperfunktion, die eine Vergrößerung samt „Nachtsicht“ bietet, könnte man tendenziell gar als „unfair“ oder „unsportlich“ bezeichnen, zumindest im Rahmen eines e-sportlichen Wettkampfs. Für unsere Wertung ist sportlicher Ethos allerdings unbedeutend. Asus' PG32UCDP verdient sich neben einer hohen Endnote unseren PCGH-Top-Award.



Asus legt dem PG32UCDP einen VESA-Adapter zwecks Montage an einem Monitor-Arm oder einer -Wandhalterung bei.

Produktname	ROG Swift OLED PG32UCDP
Hersteller	Asus
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 1.800,-/befriedigend (3 -)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/3232020
Ausstattung (20 %)	2,05
Anschlüsse	2 × HDMI 2.1, 1 × DP 1.4, 1 × USB-C, 1 × USB-B 3.0, 1 × USB-A, 1 × Toslink-, S/PDIF-Line-Out, 1 × 3,5-mm-Klinken-Line-Out
Max. Auflösung/Pixeldichte	3.840 × 2.160/137,7 ppi
Panel-Typ/Diagonale	OLED/81,3 cm
Netzteil/VESA-Halterung	Extern/100 × 100
Gewicht/Maße (inkl. Standfuß)	7,3 kg/71,4 cm × 49,9 cm × 27,4 cm
Pivot 90 Grad/neigbar/höhenverst.	Nein/-5°, +20°/11
Garantie	3 Jahre
Zubehör	HDMI-Kabel, Stromkabel, Werkskalibrierung, DP-Kabel
Eigenschaften (20 %)	2,05
Bildwiederholrate/VRR	1–240 Hz/Freesync (G-Sync Compatible)
Farbtiefe/Farben	10 Bit/1,07 Mrd. Farben
Kontrastverhältnis/Schwarzwert	∞/0,0 cd/m ²
Max. Leistungsaufnahme/Stand-by	90,8 Watt/0,1 Watt
Farbraumvolumen	147 %/101 %
Besonderheiten	Fadenkreuz, Hz-Einblendung, KVM, LMB-Technik, PiP, PbP, Schwarzaufhellung
Leistung (60 %)	1,16
Input Lag (Leo Bodnar/Nvidia LDAT)	12,8 ms/3,5 ms
Farbtreue (Δ Delta E 2000)	1,90
Reaktionszeit (Min.-Max.)	0,6 ms (0–0,9 ms)
Min.-max. Helligkeit, Abweichungen	66,2–406,3 cd/m ² , bis 3 %
VRR-Funktionalität	Voller Bereich
Schlieren-/Korona-Bildung	Nicht sichtbar
FAZIT	Dual Mode, bis zu 480 Hz; Farbtreue Teuer
	Wertung: 1,52

Fazit PCGH

Top 4K-OLED-Display für den PC

Asus' PG32UCDP ist das aktuell vielleicht beste 4K-OLED-Display für PC-Spieler. Selbst, wenn Ihnen nicht an E-Sport, Full HD mit 480 Hz gelegen ist, denn allein die tolle 4K-Präsentation bei noch immer rasanten 240 Hz kann begeistern. Gegenüber regulären LED- oder Mini-LED-Displays bietet das W-OLED-Display fabelhafte Kontraste und leuchtende Farben, die hohe maximale Helligkeit macht HDR-Gaming zum Genuss. Als einziger Kritikpunkt bleibt im Grunde der Preis.

Corsair 34WQHD240-C: Kinoformat und Farbenpracht

Corsair beeindruckte uns bereits auf der Gamescom 2024 mit dem Xeneon 34WQHD240-C. Der 34 Zoll große Quantum-Dot-OLED-Monitor im 21:9-Format war auf der Messe unter anderem in Form eines angenehm aufgeräumten Streaming-Setups zu bewundern. Schon Tage darauf traf der Monitor in unserer Redaktion ein und wurde ausführlich von uns getestet. Mit einer Auflösung von 3.440 × 1.440 Pixeln besticht er durch sein schlankes Design, topmoderne Quantum-Dot-Technik sowie ein qualitativ hochwertiges, spektakulär farbenfrohes und satt kontraststarkes Bild. Dank 240 Hz, nahezu schlierenfreiem Bild und geringer Latenzen sowie einer hohen, maximalen Leuchtstärke bereitet Corsairs OLED-Prachtstück auch beim Spielen helle Freude – insbesondere in HDR, natürlich.



Elegantes Design, feine Verarbeitung

Corsairs Xeneon 34WQHD240-C überzeugt auf den ersten Blick mit seinem vornehm zurückhaltenden Design in matted Weiß. Dank des dünnen QD-OLED-Panels wirkt er trotz seiner Größe schlank und grazil. Die Display-Ränder sind kaum einen Zentimeter dick, was dem Monitor eine moderne und elegante Optik verleiht. Die notwendige Elektronik sowie die Anschlüsse sind in einem kompakten Gehäuse

hinter dem Bildschirm untergebracht – ein cleverer Kniff, der das Gerät weniger klobig erscheinen lässt. Das angenehm zurückhaltende Design sowie das elegante Weiß in Kombination mit dem gebürstetem Aluminium(-Look) folgt darüber hinaus der Formsprache anderer gehobener Corsair-Produkte. Gut zu erkennen ist dies anhand des Virtuoso Pro, dem Open-Back-Headset des Herstellers, welches Sie in unserem Aufmacherbild begutachten können. Leider sind beim Monitor

viele der Teile aus Plastik gefertigt, statt des edlen Leichtmetalls.

dank des schlanken Designs nicht zu wuchtig.

Doch ist nicht alles bloß glänzende Show: Dort, wo es darauf ankommt, setzt Corsair auf Authentizität. Der stabile, breit ausladende Aluminium-Fuß sorgt für einen sicheren Stand und verleiht dem Monitor eine hohe Standfestigkeit. Mit Maßen von 81,5 cm × 17,0 cm × 27,0 cm und einem Gewicht von 13 kg inklusive Standfuß ist er trotz seiner Größe gut handhabbar und wirkt

Technische Highlights

Der Monitor ist technisch hervorragend ausgestattet. Das von Samsung stammende OLED-Panel mit Quantum-Dot-Technologie liefert brillante Farben und tiefes Schwarz, wodurch Kontraste besonders knallig hervorstechen. Mit einer Bildwiederholrate von 240 Hz und einer schnellen Reaktionszeit von durchschnittlich 1,2 Millisekunden



Statt mit buntem RGB kommt Corsairs 32WQHD240-C in vornehmem Weiß. Die Anschlüsse sind gut zugänglich an der Rückseite des Monitors angebracht.

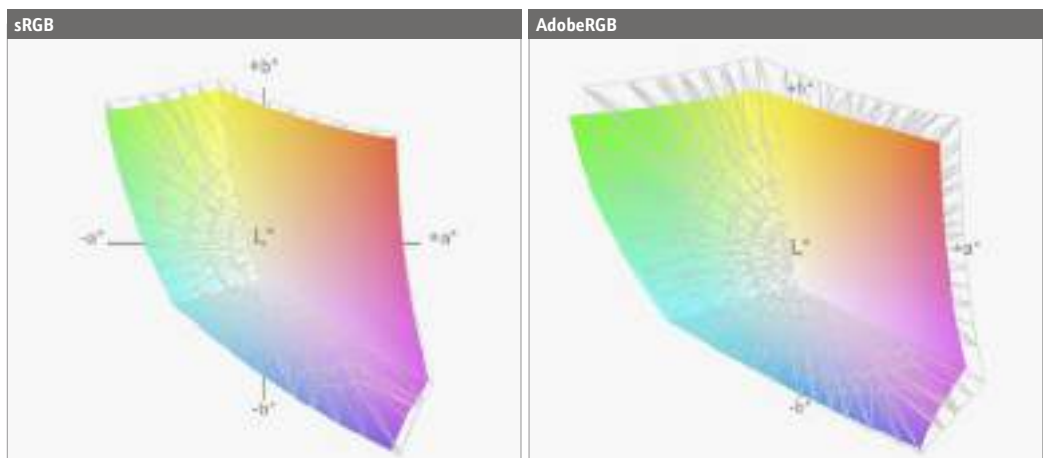


Das OSD wird wie bei vielen anderen Monitoren per Joystick bedient. Eher als Gimick ist die Fozelle. Bei Annäherung öffnet sich eine kleine Bedienungsanleitung.

ermöglicht er ein flüssiges Spielerlebnis ohne wahrnehmbare Schlieren und eine angenehm geringe Eingabe-Latenz von 3,1 ms (gemessen mittels Nvidias LDAT). Die Unterstützung von Adaptiv Sync sowie darüber hinaus Freesync Premium Pro und G-Sync Compatible sorgt für variable Bildwiederholraten von 1 bis 240 Hz, wodurch Tearing und Stottern eliminiert werden – unabhängig davon, ob eine AMD- oder Nvidia-Grafikkarte verwendet wird. Die Konnektivität ist umfangreich: Zwei HDMI-2.1-Buchsen, ein DisplayPort-1.4-Anschluss und ein USB-C-Anschluss mit DisplayPort-Alternate-Mode bieten vielfältige Verbindungsmöglichkeiten. Zusätzlich verfügt der Monitor über vier USB-A-3.0-Anschlüsse, einen weiteren USB-C-3.0-Anschluss und einen Line-Out für Audio. Funktionen wie Picture-in-Picture (PiP) und Picture-by-Picture (PbP) ermöglichen den parallelen Einsatz mehrerer Anwendungen oder den Anschluss zusätzlicher Signalquellen. Dank der großen, ultrabreiten Bildschirmfläche können Sie bequem mehrere Fenster zugleich im Blick bewahren. Im Großen und Ganzen bietet Corsairs Ultra-Wide-Display dank üppigen 34 Zoll eine mit einem Dual-Monitor-Setup im 16:9-Format vergleichbare Arbeitsfläche.

Brillantes Bild dank QD-OLED

Die Bildqualität des Corsair Xeneon 34WQHD240-C ist herausragend. Dank der QD-OLED-Technologie ist der Schwarzwert bei 0,0 cd/m²,



Bei Farbtreue und -Darstellung kann der Corsair-Monitor die Stärken der QD-OLED-Technik ausspielen. Besonders die Komplementärfarben (RGB) sind extrem akkurat. sRGB wird zu 164 Prozent, AdobeRGB zu 117 Prozent ausgefüllt, beeindruckend.

was zu einem theoretisch unendlichen Kontrastverhältnis führt. Dies sorgt für beeindruckende Bildtiefe und Detailgenauigkeit, besonders in dunklen Szenen. Die durchschnittliche Delta-E-Abweichung von nur 1,1 spricht für eine exzellente Farbgenauigkeit – ein entscheidender Faktor für professionelle Anwender in der Bild- und Videobearbeitung. Der Farbraum deckt 164 % des sRGB-Volumens und 113 % der sRGB-Fläche ab, wodurch lebendige und präzise Farben gewährleistet sind.

Strahlende HDR-Leuchtkraft

Ein besonderes Highlight ist die Unterstützung von DisplayHDR 400 True Black. Dieser Standard ist spezifisch auf OLED-Displays zugeschnitten und ermöglicht beeindruckende Kontraste sowie

schnelle Wechsel zwischen hellen und dunklen Szenen. Obwohl die gleichmäßige maximale Helligkeit bei 444,3 cd/m² liegt, kann der Monitor punktuell eine Leuchtkraft von bis zu 997,3 cd/m² erreichen. Dies ist besonders bei HDR-Inhalten eindrucksvoll, wo beispielsweise Mündungsfeuer oder Lichteffekte in dunklen Umgebungen sehr hell und realistisch dargestellt werden.

Der Grund für diese punktuell hohe Helligkeit liegt in der Wärmeentwicklung: Eine dauerhafte hohe Helligkeit über größere Flächen würde zur Überhitzung führen und den Stromverbrauch erheblich steigern. Daher ist die maximale Leuchtkraft auf kleinere Bildbereiche beschränkt, was für eindrucksvolle HDR-Effekte jedoch völlig ausreichend ist.

Wieselflink dank 240 Hz

Mit einer Bildwiederholrate von 240 Hz und einer schnellen Reaktionszeit bietet der Monitor ein erstklassiges Spielerlebnis. Der Input Lag liegt bei nur 13,1 ms (gemessen mit dem Leo Bodnar Gerät) beziehungsweise 3 ms (gemessen mit Nvidia LDAT), was besonders für kompetitives Gaming ideal ist. Schlieren- oder Koronabildung sind nicht sichtbar, was die hohe Bildqualität weiter unterstreicht. Die adaptive Synchronisation mittels Freesync Premium Pro und G-Sync Compatible sorgt für ein ruckelfreies Bild, unabhängig von der verwendeten Grafikkarte.

Anschlüsse und Features

Die umfangreichen Anschlussmöglichkeiten erleichtern den Alltag, sei es beim Gaming, Arbeiten oder

Bei der Textdarstellung zeigt sich ein potenzieller, kleiner Nachteil des QD-OLED-Panels von Samsung. Insbesondere am oberen und unteren Rand der Schrift zeigen sich Farbsäume beziehungsweise „Fringing“. Dieses ist indes bei bewegten Inhalten kaum auffällig.



Bestwerte: QD-OLED-Displays bieten dank direkter Farbausgabe via Quantum Dots besonders akkurate, knallige Farben. Dank hoher Effizienz ist auch die maximale Leuchtkraft beeindruckend hoch.

Multimedia-Konsum. Neben den bereits erwähnten Videoeingängen bietet der Monitor vier USB-A-3.0-Anschlüsse und einen USB-C-3.0-Anschluss, die als Hub für Peripheriegeräte dienen können. Der Line-Out ermöglicht den Anschluss von Lautsprechern oder Kopfhörern. Funktionen wie PiP und PbP erweitern die Einsatzmöglichkeiten, insbesondere für Multitasking oder die parallele Nutzung mehrerer Signalquellen. Eine KVM-Funktion für bis zu zwei Geräte sowie ein Anschluss für einen USB-Typ-C DP Alt Mode (Übertragung des Audio-/Video-Streams via USB-C, inklusive maximal 65 Watt Ladeleistung) wird ebenfalls geboten.

In puncto Ergonomie lässt der Monitor kaum Wünsche offen. Die Höhenverstellbarkeit um 10 cm und die Neigbarkeit von -7° bis +15° ermöglichen eine komfortable Anpassung an die Sitzposition. Die Einstellungen können über ein intuitives On-Screen-Display vorgenommen werden. Einzig der fehlende Pivot-Modus könnte für einige Anwender ein Nachteil sein, ist bei einem 21:9-Format jedoch verschmerzbar.

Corsair zeigt Vertrauen in die Langlebigkeit des Produkts und bietet eine dreijährige Garantie, inklusive Burn-In-Garantie, sofern die Wartungsfunktionen korrekt genutzt werden. Die „Zero Dead Pixel Policy“ greift innerhalb der Garantiezeit bei defekten Pixeln und bietet dem Nutzer zusätzliche Sicherheit. Dies ist besonders bei OLED-Displays relevant, die bekanntermaßen anfälliger für Einbrenneffekte sind. Die Quantum-Dot-Technologie reduziert das Burn-In-Risiko gegenüber RGB-OLED-Displays zwar deutlich, unter anderem begünstigt durch die hohe Effizienz, doch ganz verschwunden ist die Problematik auch bei QD-OLED-Panels nicht. Zur Wartung des Displays finden Sie unter „Screen Life Management“ entsprechende Funktionen. Die über die dreijährige gültige Burn-In-Garantie setzt voraus, dass Sie diese Optionen nutzen!

Perfekt? Nicht ganz

Trotz der vielen positiven Aspekte gibt es auch Kritikpunkte. Im Test traten leichte Farbsäume, auch bekannt als „Fringing“, auf, die besonders bei der Darstellung von Texten

auffallen können. Dies kann bei längerer Arbeit mit Textdokumenten störend sein und trübt den Gesamteindruck etwas. Dieses Phänomen ist bei OLED-Displays nicht ungewöhnlich und resultiert aus der Subpixel-Struktur des Panels. Ein weiterer Nachteil ist der hohe Preis. Mit etwa 1.350 Euro ist der Monitor im oberen Preissegment angesiedelt und damit nicht für jeden erschwinglich. Angesichts der gebotenen Leistung und Ausstattung ist der Preis jedoch nachvollziehbar, besonders wenn man die aktuellen Marktpreise für vergleichbare OLED-Monitore betrachtet.

Der Corsair Xeneon 34WQHD240-C ist ein beeindruckender Gaming-Monitor, der dank QD-OLED-Technologie und hoher Bildwiederholrate ein erstklassiges Erlebnis bietet. Die hervorragende Farbtreue und die hohe Peak-Helligkeit machen ihn auch für professionelle Anwendungen attraktiv. Das elegante, zurückhaltende Design und die solide Verarbeitung fügen sich nahtlos in verschiedene Umgebungen ein, sei es im Gaming-Zimmer, im Home-Office oder im Streaming-Studio. Auf eine RGB-Beleuchtung verzichtet der Monitor vollständig, die Gestaltung des 34WQHD240-C wirkt vielmehr erwachsen und gediegen, denn jugendlich verspielt. Wem indes doch an farbigen Lichtspielen gelegen ist, kann trotz nicht vorhandener RGB-Beleuchtung eventuell trotzdem einen Blick riskieren: Das Design im matten Weiß nimmt sanft farbiges Licht der Umgebung auf, selbst ohne buntes Leuchten macht der Monitor etwa in unserem Video-Studio eine ausgezeichnete Figur. Die wahre Farbenpracht zeigt sich indes auf dem Display selbst, dank QD-OLED kommen insbesondere die Komplementärfarben Rot, Grün und Blau besonders gut zur Geltung. Das Farbenspiel ist nochmals prachtvoller als bei dem schon sehr beeindruckenden Asus PG32UCDP. Hier kann Samsungs Quantum-Dot-Display besondere Stärken ausspielen. Dazu trägt in gewissem Rahmen auch die Anti-Glare-Oberfläche bei, die zwar entspiegelt ist, doch das Licht etwas weniger streut, als jene des Asus-Monitors. Die Kontraste wirken optisch daher nochmals etwas knackiger, das Schwarz abermals tiefer. Im Gegen-

Produktname	Xeneon 34WQHD240-C
Hersteller	Corsair
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 1.350,-/befriedigend (3 -)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/3285086
Ausstattung (20 %)	2,05
Anschlüsse	2 × HDMI 2.1, 1 × DP 1.4, 1 × USB-C, 4 × USB-A 3.0, 1 × USB-C 3.0, 1 × Line-Out
Max. Auflösung/Pixeldichte	3.440 × 1.440/116,1 ppi
Panel-Typ/Diagonale	OLED/86,4 cm
Netzteil/VESA-Halterung	Intern/100 × 100
Gewicht/Maße (inkl. Standfuß)	15 kg/ cm × cm × cm
Pivot 90 Grad/neigbar/höhenverst.	Nein/-7°, +15°/10
Garantie	3 Jahre
Zubehör	HDMI-Kabel, Stromkabel, Werkskalibrierung, DP-Kabel
Eigenschaften (20 %)	2,54
Bildwiederholrate/VRR	1–240 Hz/Freesync (G-Sync Compatible)
Farbtiefe/Farben	10 Bit/1,07 Mrd. Farben
Kontrastverhältnis/Schwarzwert	∞/0,0 cd/m²
Max. Leistungsaufnahme/Stand-by	95,9 Watt/0,2 Watt
Farbraumvolumen	164 %/113 %
Besonderheiten	Fadenkreuz, Hz-Einblendung, PiP, PbP
Leistung (60 %)	1,21
Input Lag (Leo Bodnar/Nvidia LDAT)	13,1 ms/3 ms
Farbtreue (ø Delta E 2000)	1,10
ø Reaktionszeit (Min.-Max.)	1,2 ms (0–4,2 ms)
Min.-max. Helligkeit, Abweichungen	13,9–444,3 cd/m², bis 7 %
VRR-Funktionalität	Voller Bereich
Schlieren-/Korona-Bildung	Nicht sichtbar
FAZIT Hervorragende Farbtreue; Peak Helligkeit ⬇ Farbsäume Wertung: 1,64	



Das Bewegtbild ist nicht so scharf und knackig wie bei Asus im 480-Hz-Mode, bietet jedoch kaum Anlass zur Kritik. Auch Reaktionszeiten und Latenzen sind sehr gut.

zug ist der Bildschirm des Corsair 34WQHD240-C etwas anfälliger für eintreffendes Licht. Bei direkt auftreffendem Sonnenlicht spiegelt die Oberfläche des Corsair-Displays etwas stärker. Besonders gut macht sich der 34WQHD240-C daher abgedunkelten Räumen.

Die leichten Farbsäume bei der Textdarstellung und der hohe Preis sind die einzigen nennenswerten Nachteile. Wer jedoch bereit ist, in ein High-End-Gerät zu investieren, erhält mit diesem Monitor ein Produkt auf Spitzenniveau, das in puncto Bildqualität und Leistung neue Maßstäbe setzt. (pr)

Fazit

PCGH

Edles Display mit feinsten Farben
Corsairs Xeneon 34WQHD240-C beeindruckt mit einer knalligen Farbdarstellung, die selbst andere OLED-Monitore in den Schatten stellt. Das QD-Display kann obendrein mit einer sehr hohen, maximalen Leuchstärke und ausgezeichneten Kontrasten aufwarten, was insbesondere Spielen in HDR zu einem Genuss macht. Etwas weniger als bildhübsch ist die Textdarstellung, die leichte Farbsäume aufweist. Abseits des „Fringings“ bleibt wenig mehr als der Preis zu kritisieren.



Lüfter-Nachrüster

Mit fünfzehn Lüftern erweitern wir unsere 120-mm-Rangliste um spannende und leistungsstarke Modelle. Neue Gewinner, neue Verlierer – hier ist alles dabei.

Die Menge an Produkten, die wir in einem Test unterbringen können, ist leider begrenzt. Oft macht Zeit einen Strich durch die Rechnung. Im letzten 120-mm-

Lüftertest befanden sich zwölf Lüfter. Selbstverständlich haben sich hier nicht alle gewünschten Modelle eingefunden und vielleicht haben sie auch den einen oder anderen

Lüfter vermisst. Aus diesem Grund haben wir fünfzehn weitere Lüfter durch unseren Test geschickt.

Nur noch mit Radiator

Im Gegensatz zum letzten Lüftertest kam diesmal nur ein Testsystem zum Einsatz, um die Kühlleistung der Lüfter auf einem Radiator zu erfassen. Der zusätzliche Gehäuse-Test hatte nur in Ausnahmefällen wirkliche Differenzen in der Auslegung der Lüfter zeigen können. Meist wurde die Leistung schlicht reproduziert. Da ein Test mit 15 Lüftern außerdem schon auf einem Testsystem ca. 40 Stunden in Anspruch nimmt, haben wir den zweiten Test wegen Kosten-Nutzen-Abwägungen gestrichen.

Testmethodik

Bei unserem Test handelt es sich um einen Vergleich der Leistung mit der dabei entstehenden Lautheit. Wir haben somit vorerst eine sogenannte Lautheitsnormierung durchgeführt. Dabei wurden fünf Szenarien und die dazugehörigen Lautheiten festgelegt:

- 0,2 Sone: Ultra Silent
- 0,3 Sone: Silent
- 0,5 Sone: Normaler Betrieb
- 1,0 Sone: Last
- 2,0 Sone: Hohe Last

Bei jedem Lüfter werden die Drehzahlen auf einem Radiator so lange justiert, bis unser Lautheitsmessgerät, ein Cortex Analyzer NC10, im

Folgende Produkte finden Sie im Test

- APNX FP2-120
- Asus ROG Strix XF 120
- Be Quiet Pure Wings 3
- Corsair RS120 Max
- Corsair RX120 RGB
- Endorfy Fluctus 120 PWM
- Hyte THICC FP12
- Jonsbo HF120
- Jonsbo Magic Fan ZF-120
- Lian Li Uni Fan P28
- Montech Metal 120 PWM
- MSI Silent Gale P12
- Noiseblocker NB-eLoop X
- NZXT F120 RGB DUO
- Phanteks T30



Abstand von 50 cm zur Lüfternabe die entsprechenden Werte messen kann. Anschließend werden die Drehzahlen notiert.

Um schließlich die Leistung zu erfassen, wird das Testmodell jeweils auf unserem Testsystem montiert und auf die entsprechenden Drehzahlen gebracht. Das Testsystem produziert mithilfe eines 12900K-Prozessors 200 W Abwärme, die in eine Custom-Wasserkühlung geschickt werden. Ein 120-mm-Radiator, auf dem der Testlüfter Platz findet, muss den Kreislauf kühlen. Mittels einer Aquacomputer Aquaero 6 LT wird die Wassertemperatur des Custom-Kreislaufs sowie die Umgebungsluft-Temperatur erfasst.

Die Differenz der beiden Temperaturen ist der essenzielle Messwert, der eine Einschätzung der Kühlleistung eines Lüfters zulässt. Je niedriger die Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Umgebung, desto besser kühlt der Lüfter. Diese Temperaturdifferenz wird bei den festgelegten fünf Lautheitsszenarien

gemessen. Jeder Messpunkt fließt in die Wertung ein.

Ein zusätzlicher Volllast-Test soll die maximale Leistung eines Lüfters erfassen. Hier wird der Lüfter schlicht auf maximale Drehzahl gestellt. Die Lautheit spielt eine untergeordnete Rolle, sie wird erfasst, jedoch nicht bewertet.

Tschüss Spannung, hallo PWM

Für diesen Test mussten wir unser System etwas umstellen, denn das Labornetzteil, mit dem wir sonst Lüfter sehr genau steuern konnten, hat eine Begleitung bekommen. Seit Neuestem nutzen wir eine Aqua Computer Aquaero 6 Pro, um Lüfter über PWM steuern zu können. Nicht, weil uns PWM zur Steuerung besser gefällt; das Labornetzteil hatte sich schließlich bewährt, jedoch unterstützen immer weniger Lüfter eine traditionelle Spannungssteuerung. Während noch vor kurzer Zeit viele Lüfter beide Steuermöglichkeiten gleichzeitig boten, hat sich das bei vielen geändert. Genauer gesagt



Die Lautheit wird mittels unseres Cortex Analyzer NC10 erfasst, die Drehzahl mit einem Lasermessgerät geprüft.



Lüfterregelung: Unterstützt ein Lüfter Spannungssteuerung, nutzen wir unser Labornetzteil. Wird nur PWM unterstützt, kommt eine Aquaero 6 Pro zum Einsatz.



Der Rotor-Durchmesser spielt eine entscheidende Rolle bei der Leistungsfähigkeit eines Lüfters. Ein kleiner Rotor verringert schnell die Kühlleistung eines Lüfters.

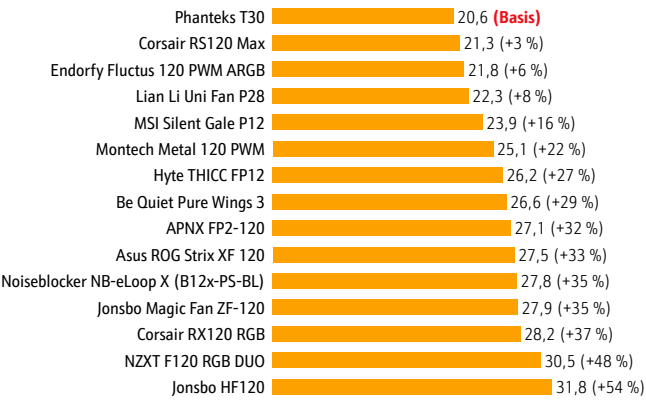
versuchen moderne PWM-Lüfter trotz einer niedrigen Spannung die durch das PWM-Signal festgelegte Drehzahl zu erreichen. Die einzige Möglichkeit, dem Problem zu begegnen, war bei diesen Lüftern ein Umstieg auf die Steuerung via Pulsweitenmodulation.

Diagramme

Für unseren lautheitsnormierten Test haben wir diesmal auf Liniendiagramme verzichtet. Stattdessen nutzen wir für jeden Lautheitswert ein Balkendiagramm. Hier kann man nicht nur direkt lesen, welchen Wert ein Modell im entsprechenden

Kühlleistung bei: 0,2 Sone

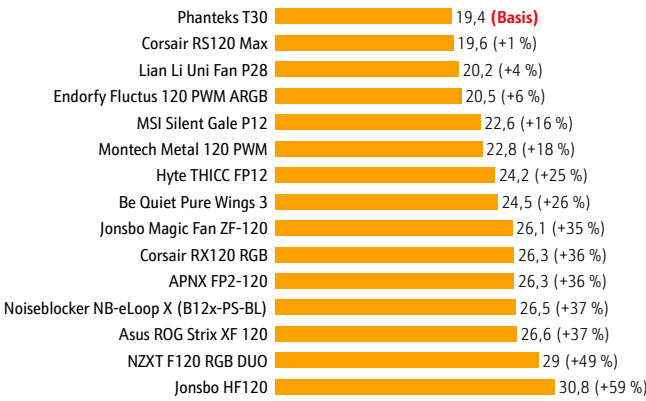
Lautheitsnormierte Kühlleistung auf Radiator



System: Intel Core i9-12900K @ 200 W; Cortex Analyzer NC10 @ 50 cm Abstand.
 Bemerkungen: Temperaturdifferenz (CPU-Kerne/Wasser) in Kelvin, niedriger ist besser.

Kühlleistung bei: 0,3 Sone

Lautheitsnormierte Kühlleistung auf Radiator



System: Intel Core i9-12900K @ 200 W; Cortex Analyzer NC10 @ 50 cm Abstand.
 Bemerkungen: Temperaturdifferenz (CPU-Kerne/Wasser) in Kelvin, niedriger ist besser.

Szenario erreicht hat, man kann auch deutlich mehr Lüfter miteinander vergleichen. Bei einem Testfeld von 15 Lüftern wäre ein Liniendiagramm so unübersichtlich, dass es keinen Nutzen mehr hätte. Die Lüftermodelle sind übereinander angeordnet, die x-Achse beschreibt

die gemessene Differenz zwischen der Wassertemperatur des Kreislaufs und der Umgebungstemperatur in Kelvin. Je niedriger, umso besser.

Das große Ganze
 Da es in diesem Lüftertest wieder einmal um 120-mm-Modelle geht,

müssen wir einen Vergleich zum letzten Testfeld ziehen. Der letzte Lüftertest wurde mit einer Gehäuselüfter-Messung zwar etwas anders durchgeführt als dieser, die Leistungswertung als Radiatorlüfter ist aber vergleichbar. Das System, die Messmethode und die Tabelle wurden im Grundaufbau nicht verändert. Zu den 15 Lüftern dieses Tests kommen somit in unserer Gesamttabelle zwölf ältere Modelle hinzu. Wir haben anhand von 28 Lüftern eine Leistungs-Rangliste aufgestellt.

mm verfügen. Der Flucuts kommt erstaunlich nahe an die massigere Konkurrenz heran und büßt lediglich einige wenige Leistungspunkte ein.

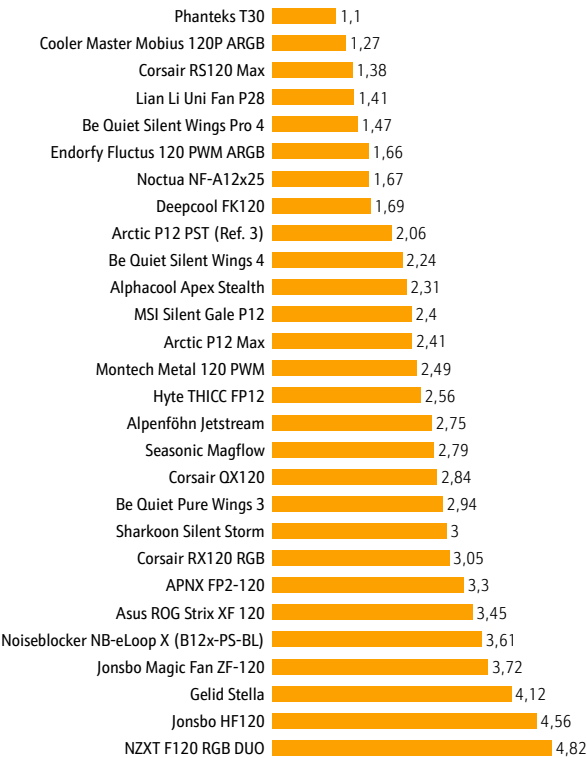
 Mit dem Endorfy-Lüfter endet die Gruppe der Top-Lüfter und wir kommen ins Mittelfeld, in das sich weitere vier der hier getesteten Lüfter einordnen. Von MSIs Silent Gale P12 bis Be Quis Pure Wings 3, die hier vertretenen Lüfter liegen von ihrer Leistung notentechnisch zwischen einer 2,4 und einer 2,9.

 Die Reihe der etwas abgeschlagenen, leistungsschwachen Lüftern ist mit sieben Modellen vergleichsweise groß. Alle diese Modelle erreichen in ihrer Leistung keine bessere Note als eine 3,0. Bei den beiden Schlusslichtern, dem NZXT F120 RGB DUO sowie dem Jonsbo HF120 handelt es sich dabei noch einmal um Ausnahmen, denn um eine Leistungsnote von 4,6 respektive 4,8 zu erhalten, muss einiges schief laufen. Beim Jonsbo sieht die Sache einfach aus. Der Lüfter schwingt sich auf einem Radiator auf und erzeugt ein extremes Brummen, was im lautheitsnormierten Test ein Dealbreaker ist. Beim NZXT-Modell ist die Analyse tatsächlich ähnlich einfach. Der im Durchmesser lediglich 103 mm messende Rotor ist so klein, dass die abgegebene Kühlleistung nicht mehr als ausreichend bezeichnet werden kann.

Maximalleistung
 Beim zusätzlichen Test der maxi-

Kühlleistungs-Rangliste

Alle getesteten 120-mm-Lüfter (neues Testsystem)



System: Intel Core i9-12900K @ 200 W; Cortex Analyzer NC10 @ 50 cm Abstand.
 Bemerkungen: Das Testfeld ist extrem gespreizt. Angegeben: Note, keine Temperaturen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse sind durchaus erstaunlich. Denn wir haben nicht nur einen deutlichen Sieger dieses Tests, sondern auch in der Gesamtwertung. Mit dem T30 schlägt Phanteks in Sachen Leistung die gesamte Konkurrenz. Der 30 mm dicke Lüfter ist erstaunlich leise bei extrem hoher Kühlleistung. Im lautheitsnormierten Test setzt sich der T30 bei 0,2, 0,3, 2,0 Sone und unter Vollast an die Spitze. Dahinter befindet sich meist Corsairs RS120 Max, bei 0,5 Sone und 1,0 Sone setzt er sich sogar vor den Phanteks-Konkurrenten. Dicht gefolgt wird der RS120 Max von Lian Lis Uni Fan P28 – mit nahezu marginalem Abstand. Den vierten Platz in der Leistungswertung ergattert sich der Endorfy Fluctus 120 PWM und damit der erste Lüfter mit Standard-Maßen. Die Top 3 besteht aus Lüftern, die in Form des Corsair- und Phanteks-Modells über eine Dicke von 30 mm und in Form des Lian Li P28 über eine Dicke von 28

Kühlleistung bei: 0,5 Sone**Lautheitsnormierte Kühlleistung auf Radiator**

Corsair RS120 Max	18,1 (Basis)
Phanteks T30	18,2 (+1 %)
Endorfy Fluctus 120 PWM ARGB	18,5 (+2 %)
Lian Li Uni Fan P28	18,8 (+4 %)
MSI Silent Gale P12	20,3 (+12 %)
Montech Metal 120 PWM	21,3 (+18 %)
Be Quiet Pure Wings 3	21,4 (+18 %)
Hyte THICC FP12	22,1 (+22 %)
Corsair RX120 RGB	23,3 (+29 %)
Noiseblocker NB-eLoop X (B12x-PS-BL)	23,3 (+29 %)
Asus ROG Strix XF 120	23,8 (+31 %)
APNX FP2-120	23,8 (+31 %)
Jonsbo Magic Fan ZF-120	24,7 (+36 %)
NZXT F120 RGB DUO	27,6 (+52 %)
Jonsbo HF120	28,6 (+58 %)

System: Intel Core i9-12900K @ 200 W; Cortex Analyzer NC10 @ 50 cm Abstand.
Bemerkungen: Temperaturdifferenz (CPU-Kerne/Wasser) in Kelvin, niedriger ist besser.

Kelvin
 ◀ Besser

Kühlleistung bei: 1,0 Sone**Lautheitsnormierte Kühlleistung auf Radiator**

Corsair RS120 Max	15,8 (Basis)
Phanteks T30	16,1 (+2 %)
Lian Li Uni Fan P28	16,2 (+3 %)
Endorfy Fluctus 120 PWM ARGB	16,4 (+4 %)
MSI Silent Gale P12	18 (+14 %)
Be Quiet Pure Wings 3	18,4 (+16 %)
Montech Metal 120 PWM	18,5 (+17 %)
Corsair RX120 RGB	19,7 (+25 %)
Hyte THICC FP12	19,8 (+25 %)
Noiseblocker NB-eLoop X (B12x-PS-BL)	20,4 (+29 %)
Asus ROG Strix XF 120	20,5 (+30 %)
APNX FP2-120	20,8 (+32 %)
Jonsbo Magic Fan ZF-120	21,1 (+34 %)
Jonsbo HF120	22,5 (+42 %)
NZXT F120 RGB DUO	24,6 (+56 %)

System: Intel Core i9-12900K @ 200 W; Cortex Analyzer NC10 @ 50 cm Abstand.
Bemerkungen: Temperaturdifferenz (CPU-Kerne/Wasser) in Kelvin, niedriger ist besser.

Kelvin
 ◀ Besser

Kühlleistung bei: 2,0 Sone**Lautheitsnormierte Kühlleistung auf Radiator**

Phanteks T30	13,7 (Basis)
Lian Li Uni Fan P28	14,1 (+3 %)
Corsair RS120 Max	14,3 (+4 %)
Montech Metal 120 PWM	16,2 (+18 %)
Corsair RX120 RGB	16,5 (+20 %)
Hyte THICC FP12	16,6 (+21 %)
Asus ROG Strix XF 120	17,3 (+26 %)
APNX FP2-120	18,2 (+33 %)
Jonsbo HF120	19 (+39 %)
NZXT F120 RGB DUO	21,2 (+55 %)
MSI Silent Gale P12	–
Endorfy Fluctus 120 PWM ARGB	–
Jonsbo Magic Fan ZF-120	–
Noiseblocker NB-eLoop X (B12x-PS-BL)	–
Be Quiet Pure Wings 3	–

System: Intel Core i9-12900K @ 200 W; Cortex Analyzer NC10 @ 50 cm Abstand.
Bemerkungen: Temperaturdifferenz (CPU-Kerne/Wasser) in Kelvin, niedriger ist besser.

Kelvin
 ◀ Besser

Kühlleistung bei: Vollast**Maximale Kühlleistung auf Radiator**

Phanteks T30	10,7 (Basis)
Hyte THICC FP12	11,41 (+7 %)
Lian Li Uni Fan P28	12,03 (+12 %)
Corsair RS120 Max	13,74 (+28 %)
Corsair RX120 RGB	13,93 (+30 %)
APNX FP2-120	14,54 (+36 %)
Endorfy Fluctus 120 PWM ARGB	14,88 (+39 %)
Montech Metal 120 PWM	15,07 (+41 %)
MSI Silent Gale P12	16,39 (+53 %)
Jonsbo HF120	16,97 (+59 %)
Asus ROG Strix XF 120	17,33 (+62 %)
Jonsbo Magic Fan ZF-120	17,46 (+63 %)
Be Quiet Pure Wings 3	17,56 (+64 %)
Noiseblocker NB-eLoop X (B12x-PS-BL)	18,33 (+71 %)
NZXT F120 RGB DUO	19,26 (+80 %)

System: Intel Core i9-12900K @ 200 W; Cortex Analyzer NC10 @ 50 cm Abstand.
Bemerkungen: Maximale Leistung, unabhängig Lautheit. Temp. Diff. (CPU-Kerne/Wasser)

Kelvin
 ◀ Besser

malen Kühlleistung entsteht an der Spitze ein erstaunlich ähnliches Bild, obwohl der Lärm, den die Lüfter bei ihrer vollen Drehzahl erzeugen, nicht mit ins Diagramm einfließt. Obwohl unter den ersten vier Siegern wieder Phanteks, Lian Li und Corsair liegen, hat es Hytes THICC FP12 auf den zweiten Platz geschafft. Der massige Lüfter schlägt mit einer Drehzahl von 3000 U/min zu und erreicht hier ein gutes Temperaturdelta.

Bei solchen „Brechtstangen“ kann man jedoch schon erahnen, dass man hier die angenehme Stille im Zimmer gegen die Geräuschkulisse einer Autobahn eintauscht. Während der erstplatzierte Phanteks T30 mit 6,0 Sone schon wirklich laut ist,

erreicht das Hyte-Modell ganze unerträgliche 8,7 Sone. Positiv hervorzuheben sind Lian Lis Uni Fan P28, der trotz der deutlich niedrigeren Lautstärke von 3,5 Sone den dritten Platz ergattert, sowie Corsairs RS120 Max, der mit einer Lautheit von nur 2,5 Sone unter Vollast immer noch erstaunlich gut performen kann.

28 Lüfter

Auch wenn dieser Test für sich steht, ist natürlich die Gesamtrangliste wohl die interessanteste Einordnung der neuen hier getesteten Modelle. In dieser 28 Lüfter fassenden Liste wurden aus Platzgründen lediglich die Kühlleistungs-Noten aufgetragen. Spannend: Es hat sich einiges verändert, vor allem an der



Im Test sind verschiedene Lüfterdicken vertreten. Neben den Standard-25-mm-Modellen haben sich auch 28-mm-, 30-mm- und 32,5-mm-Varianten eingefunden.



Gleiche Idee, verschiedene Ansätze: Stecksysteme können das Leben erleichtern, aber auch die Kompatibilität einschränken.

Spitze. Der ehemalige Spitzenreiter, Cooler Masters Mobius 120P wurde entthront und auf den zweiten Platz verbannt. Der neue Testsieger, Phanteks T30 ist der frisch gekrönte Lüfterkönig. Auf dem dritten und vierten Platz finden sich mit Lian Li und Corsair ebenfalls Lüfter aus diesem Test. Die ehemalige Spitze wurde nach hinten verdrängt.

Doch nicht nur an der Spitze gibt es Veränderungen in der Rangliste. Seltsamerweise sind ebenfalls am anderen Ende „Spitzenreiter“ hinzugekommen. Die beiden Modelle, die im Vergleich zum aktuellen Testfeld schon schlecht im Leistungstest abgeschnitten haben, haben es auch in der Gesamtübersicht auf die letz-

ten beiden Plätze geschafft. Es wird wieder einmal deutlich, wie groß die Spreizung des Testfeldes ist.

Gesamtnote

Die Leistungs-Rangliste ist nicht zwangsläufig die Gesamtwertung. Ausstattung und Eigenschaften spielen ebenfalls eine Rolle, auch wenn die Gewichtung mit 60 Prozent auf der Leistungsnote liegt, teilen sich die beiden anderen Bereiche noch einen Einfluss von 40 Prozent. Das kann beispielsweise beim Corsair RS120 Max für den vierten Platz in der Gesamtwertung sorgen, auch wenn der Lüfter im Leistungstest den zweiten Platz erreichen konnte. Mit dem Endorfy Fluctus 120 PWM hingegen konn-

Phanteks T30: Das Maximum

Der neue Sieger steht fest. Nicht nur in der Gesamtwertung, sondern auch in der Leistungswertung kann sich der Phanteks T30 auf den Thron setzen.

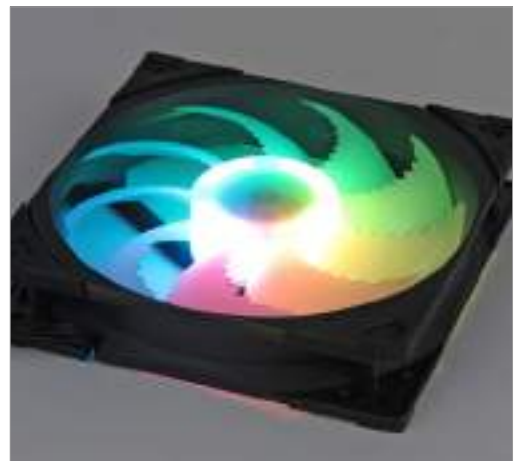
Mit einer massiven Dicke von 30 mm und der martialisch anmutenden grau-schwarzen Farbkombination ist der T30 definitiv auffällig. Der Rotor misst einen großen Durchmesser von 112,5 mm und lässt einen lediglich sehr kleinen Spalt zum Lüfterrahmen. Verbunden wird der Lüfter über einen Standard-PWM-Anschluss, mittels Daisy Chain können mehrere Lüfter in Reihe geschaltet werden. Mit der beigelegten Verlängerung erreicht das Anschlusskabel eine Länge von 63 cm. Auf unserem 120-mm-Radiator zeigt der T30 sein Können. Ob im Ultra-Silent-Bereich bei 0,2 Sone, im normalen Betrieb bei 0,5 Sone oder unter hoher Last bei 2,0 Sone, der Lüfter erreicht bei jedem Wert eine Spitzen-Kühlleistung. Eine Rekordleistung erreicht der T30 hingegen im Test der maximalen Leistung. Durch die per Schalter regelbare Maximaldrehzahl lässt sich der Lüfter bei bis zu 3.000 U/min betreiben. Hier erreicht der T30 ein sagenhaftes Temperaturdelta von 10,7 Kelvin und ist somit allen Konkurrenten deutlich voraus. Verdienter Platz 1 in Leistungs- und Gesamtwertung.



Endorfy Fluctus 120 PWM ARGB: Lüfter auf Zack

Zackige Lüfterblätter und RGB-Beleuchtung. Mit außergewöhnlichem Design, angemessenem Preis und sehr guter Leistung kann der Fluctus 120 im Test überzeugen.

Während der Rahmen schlicht gestaltet ist und über Gummiecken am PC oder Radiator montiert werden kann, ist der Rotor mit seinen zackigen Ecken auffälliger. Hinzu kommt eine ARGB-Beleuchtung, die von der Nabe aus den transparenten Rotor in buntes Licht taucht. Beleuchtung und Lüfteranschluss sind standardisiert und verfügen über eine Daisy-Chain. Mittels Verlängerung kann das PWM-Anschlusskabel auf eine Länge von 64,5 cm gebracht werden. Leistungstechnisch ist der Fluctus 120 außerordentlich gut. Wer bei zackigen Lüfterblättern an trashige Modelle aus den Zweitausendern gedacht hat, wird sein blaues Wunder erleben. Der Lüfter ist so leistungsstark und geht dabei so leise zu Werk, dass er deutlich teurere Modelle in den Schatten stellt. Eine Temperaturdifferenz von 21,8 Kelvin bei 0,2 Sone ist sehr nahe an der absoluten Spitze. Und so kommt der Fluctus auf eine Leistungsnote von 1,66 und auf eine Gesamtnote von 1,7. Der verdiente zweite Platz. Für 14 Euro erhält der Kunde einen wirklich guten Lüfter und der Lüfter erhält unseren Preis-Leistung-Award.



Lian Li Uni Fan P28: Stecksystem und massig Leistung

Mit dem Uni Fan P28 bringt Lian Li nicht nur einen Lüfter, der mit einem Stecksystem ausgestattet ist, sondern dazu noch ordentlich Leistung liefert.

Der Uni Fan P28 verfügt über ein proprietäres System, bei dem mehrere der Lüfter in einer Reihe montiert und über einen einzelnen Anschluss verbunden werden können. Während Kandidaten wie Corsair oder Hyte mit ihren Stecksystemen den erzwungenen Weg über einen Controller – der nur mit der eigenen Software gesteuert werden kann – gehen, liefert Lian Li einen simplen Adapter, mit dem der Uni Fan P28 einfach direkt über das Mainboard Ansteuerung findet. Auch wenn das bei der verwandten RGB-Serie nicht mehr der Fall ist, zeigt Lian Li wie massenkompatibel solch ein System sein könnte. Im lautheitsnormierten Test zeigt der P28 eine weitere Stärke. Der Lüfter erreicht bei nahezu allen Lautheitswerten erstaunlich hohe Drehzahlen. So erreicht das Modell beispielsweise bei 2,0 Sone eine Drehzahl von 2.105 U/min. Daraus resultiert eine sehr gute Leistung. Im Leistungstest ordnet sich der P28 mit einer Leistungsnote von 1,41 auf dem dritten Platz ein und wird lediglich von den etwas dickeren Konkurrenten von Phanteks und Corsair geschlagen.



Corsair RS120 Max: Endlich Leistung und kein RGB

Alles am RS120 Max deutet auf einen leistungsstarken Lüfter hin. Kein RGB, 30 mm Dicke und ein vom Rotor optimal ausgenutzter Rahmen.

Der Lieferumfang des Corsair-Lüfers ist etwas spärlich geraten. Lediglich Schrauben zur Montage liegen bei. Splitter, Anleitung oder eine Verlängerung sucht man vergebens. Das Kabel des RS120 Max ist mit 62 cm aber auch lang genug für jede beliebige Konfiguration. Schade, dass es sich allerdings nur um ein ungesleeptes Bandkabel handelt. Der Lüfter selbst ist aus Liquid Crystal Polymer gefertigt, was man am schlierenartigen Oberflächenmuster erkennen kann. Der in Grau-Schwarz gehaltene Rotor ist mit einem Durchmesser von 115 mm im Verhältnis zum Rahmen erstaunlich groß. Der Abstand zwischen Rotorblättern und Rahmen ist erstaunlich gering. Dies alles führt im Test zu einem Ergebnis: Der RS120 Max liefert eine sehr gute Leistung. Zwar kann er sich nicht komplett an die Spitze setzen, Phanteks T30 setzt die Messlatte noch etwas höher. Leistungstechnisch erreicht das Corsair-Modell aber den verdienten zweiten Platz. Durch die dürftige Ausstattung verliert der Lüfter in der Gesamtwertung ein paar Punkte und schafft es leider nur auf den vierten Platz.



MSI Silent Gale P12: Luft nach oben, Luft nach unten

Der Silent Gale P12 aus dem Hause MSI ist ein solider Lüfter. Er erbringt eine gute Leistung, zwar mit etwas Luft nach oben, aber deutlich mehr Raum nach unten.

Im schicken MSI-Design kommt der Silent Gale P12 in schlichtem Schwarz und mit hübschem Drachenlogo in die Redaktion geflattert. Mit einer Gesamtlänge von 69 cm bietet das ummantelte Anschlusskabel inklusive Adapter die Flexibilität für jede beliebige Montage im Gehäuse. Der P12 lässt sich über den Standard-4-Pin-PWM-Anschluss sowohl über das namensgebende PWM-Signal als auch über Spannung steuern. Die Leistung des Silent Gale P12 erbringt einen guten fünften Platz in der Leistungs- sowie Gesamtwertung. Zur Spitzengruppe in diesem Test gibt es jedoch einen gewissen Leistungssprung. Und so fällt das Modell in der Gesamtrangliste aller bisher getesteten 120-mm-Lüfter etwas weiter ins Mittelfeld zurück. Es handelt sich beim Silent Gale P12 erst einmal um einen soliden Lüfter. Doch es gibt ein Problem: Derzeit ist das Modell für knapp 40 Euro gelistet. Dieser Preis wäre selbst für das Top-Modell zu hoch, geschweige denn für einen Lüfter, der sich im oberen Mittelfeld einordnet.



ten die Ausstattung und die guten Eigenschaften für eine Notenverbesserung und den zweiten Platz in der Gesamtwertung sorgen, auch wenn das Modell leistungstechnisch nur an vierter Stelle positioniert ist. Schlussendlich hat es der Lüfter mit der besten Leistungsnote, der Phanteks T30 auch auf den ersten Platz der Gesamtwertung geschafft, hier hat einfach jeder Aspekt gepasst. Die Schlusslichter hingegen bekommen durch teilweise sinnvolle Ausstattung und Eigenschaften noch eine im Verhältnis zur Leistungsnote gnädige Note in der Gesamtwertung.

Lüfterdicke > 25 mm

In diesem Test befinden sich nicht

nur Lüfter in den Standard-Maßen 120 × 120 × 25 mm. Einige Hersteller setzen vermehrt auf dickere Modelle, von denen sich auch in unserem Test einige eingefunden haben. Mit Lian Lis Uni Fan P28 wurde die Dicke von 25 auf lediglich 28 mm erhöht, während APNX mit dem FP2, Phanteks mit dem T30 und Corsair mit dem RS120 Max auf ganze 30 mm Dicke setzen. Der Hyte THICC FP12 ist der Spitzenreiter mit 32,5 mm.

Diese Abweichung vom Standard-Format wird selbstverständlich in der Bewertung des Lüfters berücksichtigt. So gibt es beim Überschreiten der 25-mm-Dicke einen Punktabzug. Durch die erhöhte

Dicke lässt sich theoretisch die Leistung steigern. Dass dies den Herstellern auch teilweise gelingt, zeigen die Modelle von Phanteks, Corsair und Lian Li. Dass eine erhöhte Lüfterdicke kein Garant für eine bessere Leistung ist, beweisen jedoch APNX und Hyte. Beide Lüfter können im lautheitsnormierten Test nicht überzeugen. Die Lautstärke ist im Betrieb schlicht zu hoch, was in dieser Art Test in einer schlechten Leistung resultiert. Mit dem Phanteks T30 konnte jedoch ein Lüfter mit 30 mm Dicke den ersten Platz erreichen und die gesamte Konkurrenz schlagen, was durchaus ein aussagekräftiger Beweis für die Vorteile der anderen Geometrie sein kann.

Verhalten auf Radiatoren Brumm, Brumm

Lüfter machen Lärm, so viel ist klar. Doch die Lautstärke oder auch die Charakteristik dieses Lärms kann sich zwischen offenem und Radiatorbetrieb unterscheiden. Dieses Verhalten wurde auch in diesem Lüftertest bei einigen Modellen auffällig. Der prominenteste Kandidat: Jonsbos HF120. Während dieser Lüfter im offenen Betrieb einen vergleichsweise erträglichen Lärmpegel von sich gibt, ändert sich das mit der Montage auf einem Radiator. Hier schwingt sich der Lüfter auf und erzeugt ein unerträgliches Brummen, das sich sehr deutlich in den Messwerten widerspiegelt. Unter diesem Phänomen leiden schon

Montech Metal 120 PWM: Durchschnitt

Mit dem Metal 120 PWM liefert Montech einen Durchschnittslüfter. Wirklich herausstechen kann er nicht, mit zehn Euro ist er jedoch auch nicht übertrieben teuer.

Für zehn Euro bekommt man einen Lüfter mit Gummi-Entkoppelung und 37,5 cm langem Bandkabel mit Daisy-Chain. Sonst gestaltet sich das Modell erstaunlich schlicht. RGB-Beleuchtung oder extravagante Features sucht man vergebens. Leistungstechnisch ordnet sich der Montech Metal 120 PWM im Mittelfeld in diesem Test ein. Mit einem Temperaturdelta von 25,1 Kelvin bei 0,2 Sone und 16,2 Kelvin bei 2,0 Sone erreicht der Metal 120 PWM weder Höchstleistungen noch ist er weit abgeschlagen. Die Leistungsnote wie die Gesamtnote liegen bei einer 2,5. Auch die Gesamtübersicht zeigt ein ähnliches Bild. Der Lüfter liegt praktisch genau in der Mitte. Die große Stärke des Montech-Modells ist der Preis. Mit zehn Euro gehört der Metal 120 zu der absoluten Budget-Klasse. Lediglich Be Quiet's Pure Wings 3 kann in diesem Test mit einem ähnlichen Preis punkten. Dabei liefert der Montech-Lüfter mehr für sein Geld und liegt in der Gesamtwertung drei Plätze weiter vorn. In der Leistungsübersicht aller Lüfter muss er sich jedoch dem Preiswunder von Arctic geschlagen geben.



Hyte THICC FP12: Dick aufgetragen

Als Teil der Hyte-THICC-Kompaktwasserkühlung konnten die FP12-Lüfter schon einen eher gemischten Eindruck hinterlassen. Im Einzeltest bestätigt sich dieses Bild erneut.

Der weiß-schwarz gehaltene Lüfter ist sehr wuchtig. Die THICC-Lüfter werden über ein Stecksystem miteinander verbunden. Mittels Controller, der an einen internen USB und PCI-Stromanschluss angesteckt wird, kann der Lüfter über die Hyte-Nexus-Software gesteuert werden. Das Modell kann auch direkt über einen Adapter mit einem Standard-PWM-Mainboard-Anschluss verbunden werden, hier ließ sich der Lüfter in unserem Test aber schwer steuern, vor allem im niedrigen Drehzahlbereich. Mit einer Dicke von 30 mm und einem großen Rotor bestünde massig Potenzial für eine gute Leistung. Im Test ist der FP12 jedoch vergleichsweise laut und somit mussten wir, um 0,2 Sone zu erreichen, die Drehzahl auf vergleichsweise niedrige 965 U/min herunterregeln. Dieses Verhalten konnten wir bei jedem der fünf Messpunkte beobachten. Das Resultat: Eine mehr als durchschnittliche Leistungsnote, die sich nur durch die Leistung bei der maximalen Drehzahl von 3.000 U/min etwas verbessert. Hier schlägt sich das Modell gut, erzeugt aber auch eine Lautheit von 8,7 Sone.



Corsair RX120 RGB: Up- oder Downgrade?

Mit dem QX120 war schon im letzten Lüftertest ein Vertreter des Corsair Icue Link Stecksystems vorhanden. Damals mit mäßigem Ergebnis. Wie schlägt sich der neue RX120 RGB?

Die Konstruktion des RX120 RGB unterscheidet sich deutlich von der QX-Version. So ist kein RGB-Ring mehr um den Rotor zu finden, lediglich die opaken Lüfterblätter werden von der Nabe aus mit buntem Licht bestrahlt. Zum einen ändert sich hierdurch die Optik, zum anderen konnte der Rotor im Verhältnis zum Lüfterrahmen deutlich größer gefertigt werden. Um für weiteren Platz für den Rotor zu sorgen, wurde sogar der Lüfterrahmen mit Ausbeulungen versehen. Das Stecksystem ist dagegen gleich geblieben. So auch die Bindung an den Icue Link Controller. Adapter, um einen normalen Mainboard-PWM- oder ARGB-Anschluss zu nutzen, gibt es keine. Montiert auf unserem Radiator, zeigt sich die Performance des Lüfters. Und diese lässt leider etwas zu wünschen übrig. Vor allem im Silent-Bereich ist die Drehzahl des RX120 niedrig und so auch die Kühlleistung. Mit steigender Lautstärke steigt auch die Kühlleistung etwas, jedoch erreicht sie lediglich eine Leistungsnote von 3,05. Mit einer 2,84 hatte die QX-Version eine etwas bessere Note.



Be Quiet Pure Wings 3: Günstiges Mittelfeld

Mit dem Pure Wings 3 bringt Be Quiet die dritte Iteration des Budget-Lüfters auf den Markt. Im Paket: ein günstiger Preis, aber leider auch eine schwächelnde Leistung.

Mit einem Preis von ca. 9 Euro ist der Pure Wings 3 ein absolutes Budget-Modell. Die Ausstattung ist überschaulich, hier wurden Abstriche gemacht. Verbunden wird der Lüfter über ein Bandkabel; Entkoppelungen, die potenzielle Vibrationen dämpfen, gibt es keine. Beigaben wie Anleitung, Verlängerung oder gar Splitter wurden ebenfalls dem günstigen Preis geopfert. Leistungstechnisch ist der Pure Wings 3 eher im unteren Bereich anzuordnen. Das Modell erreicht im Verhältnis zur Lautstärke mit 955 U/min bei 0,2 Sone eine eher niedrige Drehzahl, die sich in Kombination mit der Lüftergeometrie in einer vergleichsweise niedrigen Leistung äußert. Im Maximaltest erkennt man die Auslegung als leisen Gehäuselüfter. So liefert der Pure Wings 3 beispielsweise unter Volllast lediglich eine Drehzahl von 1.570 U/min und eine Lautheit von 1,2 Sone. Zum einen erreicht das Modell aus diesem Grund nicht unseren 2-Sone-Messpunkt, zum anderen leidet die maximale Leistung. Ein Griff zur High-Speed-Variante scheint hier logischer.



Asus ROG Strix XF 120: Schwächelnde Leistung

Preislich in der Mittelklasse, leistungstechnisch abgehängt. Mit dem XF 120 bringt ASUS einen schicken Lüfter, der seinem Design leider nicht ganz gerecht werden kann.

Mit einem Preis von 15 Euro ist der XF 120 nicht in der Oberklasse angeordnet; diese orientiert sich immerhin eher an der 30er-Marke. Beim Asus-Modell bekommt man aber Gummi-Entkopplungen, ein 51 cm langes gesleeptes Kabel, einen beigelegten Splitter, sowie Schrauben und Silikonmontagen. Leider ist die Leistung dagegen nicht so positiv einzuordnen. Der XF ist nicht übermäßig leise und bewegt – trotz einer vergleichsweise hohen Drehzahl – nicht besonders viel Luft. So liegt beispielsweise die gemessene Temperaturdifferenz bei einer Lautstärke von 0,2 Sone bei 27,5 Kelvin. Auch im höheren Lautheitsbereich sind die Temperaturen suboptimal. So auch beim extra Test der maximalen Leistung. Der XF 120 erreicht unter Volllast eine Drehzahl von 1780 U/min und 2,0 Sone. Zwar ist damit die Lautstärke vergleichsweise angemessen, die Kühlleistung ist jedoch nicht auf dem Niveau der Top-Konkurrenz. Mit einer Leistungsnote von 3,45 landet der XF 120 in der Gesamtwertung auf dem zehnten Platz.





Fluch und Segen: Lüftersteuerungen bieten meist viele Einstellungsmöglichkeiten. Wenn der Lüfter aber auf die Steuerung angewiesen ist, um zu funktionieren, wird es unnötig kompliziert.

mehrere von uns getesteten Lüfter. Auf der einen Seite beeinflusst die Nähe der Lamellen, die im Radiator zu finden sind, den Luftstrom und die Lüfterblätter – beispielsweise kann eine Art Sireneneffekt auftreten. Zum anderen befindet sich der Lüfter nicht mehr in einem offenen Szenario, sondern muss auf dem Radiator statischen Druck erzeugen. Dies beeinflusst das Verhalten des Rotors und auch die entstehende Lautstärke.

Stecksysteme und proprietäre Controller

Es zeichnet sich derzeit ein eindeutiger Trend hin zu Lüfter-Stecksystemen, bei denen mehrere Lüfter ohne die Nutzung eines Kabels anei-

APNX FP2-120: Metallrahmen und wechselbarer Rotor

Das Design des FP2-120 ist außergewöhnlich. Ein Metallrahmen in Weiß oder Schwarz, schickes RGB und ein zweiter beigelegter Rotor machen das Modell zum Hingucker.

Der Rotor ist durch das beiliegende Modell austauschbar. Das Besondere, der zweite Rotor hat einen Reversed-Aufbau. Der Lüfter kann, ohne die Ausrichtung zu ändern, von Push- auf Pull-Konfiguration umgebaut werden. Davon abgesehen handelt es sich beim FP2-120 um einen Durchschnittslüfter, der allerdings in Sachen Leistung etwas schwächelt. Der Rotor ist im Verhältnis zur Größe des Rahmens zwar relativ groß, hat aber bei 0,2 Sone eine vergleichsweise niedrige Drehzahl von 805 U/min. Diese resultiert in einer eher suboptimalen lautheitsnormierten Leistung. Dies zieht sich durch den gesamten lautheitsnormierten Test. Lediglich bei Vollast kann der FP2-120 mit einem Temperaturdelta von 14,5 Kelvin halbwegs überzeugen. Dabei entsteht jedoch auch eine Lärmbelastung von 4,8 Sone. Für einen vergleichsweise günstigen Betrag von 20 Euro bekommt man von APNX einen Lüfter, der zwar nicht durch seine reine Leistung überzeugen kann, jedoch optisch einiges hermacht und mit einem wechselbaren Rotor eine hohe Flexibilität mit sich bringt.



Noiseblocker NB-eLoop X (B12x-PS-BL): Unerwartet laut

Bis dato galt der eLoop als ein leiser und leistungsstarker Lüfter. In diesem Test konnte die neueste Version, der eLoop X auf unserem Testradiator leider nicht überzeugen.

Grund: Der Lüfter war schlichtweg zu laut für das, was er an Luft bewegen konnte. Mit dem speziellen Lüfterblatt-Design sticht der eLoop schon immer aus der Reihe. Sehr auffällig ist die relativ niedrige Drehzahl, bei der der eLoop auf einem Radiator arbeitet. Lediglich 890 U/min erreicht das Modell bei einer Lautheit von 0,2 Sone. Im Vollast-Betrieb steigt diese Zahl auf ebenfalls niedrige 1.520 U/min. Damit konnte das Modell nicht unseren 2,0-Sone-Messpunkt erreichen. Die maximal abgegebene Lautheit betrug 1,4 Sone. Man könnte argumentieren, dass das Modell leise sei. Das Verhältnis zur dabei erbrachten Leistung ist jedoch in unserem Test nicht gut und so landet der eLoop weit hinten im Testfeld. In bisherigen Tests konnte der Lüfter bzw. dessen Vorgänger deutlich besser abschneiden. Warum ändert sich dies nun? Während vorher die Lüfter-Lautheit im offenen Aufbau gemessen wurde, führen wir im neuen Testparcours eine Lautheitsnormierung beim Betrieb auf einem Radiator durch. Der eLoop gehört zu den Lüftern, die auf einem Radiator anfangen zu brummen.



Jonsbo HF120: Brrrrrrrrummmmm

Geometrie und Verarbeitung versprechen einen guten Lüfter zum niedrigen Preis. Doch im Test kommt alles anders, vor allem wegen starker Nebengeräusche.

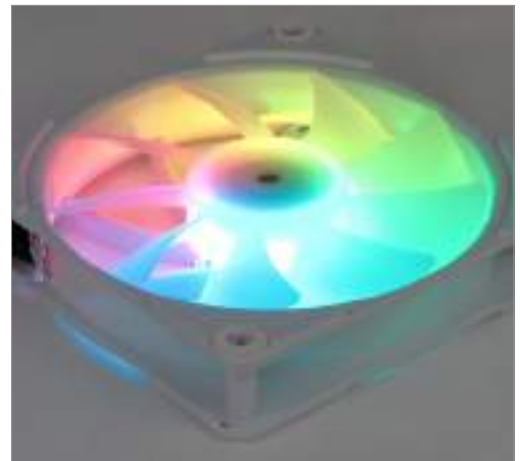
Der HF120 macht vorerst einen soliden Eindruck. Das gesleepte Kabel hat eine Gesamtlänge von 42 cm. Mittels beigelegtem Drosselungskabel kann die Drehzahl des Lüfters reduziert werden. Auch für die Montage liegt alles Nötige bei. Neben Gummipads befinden sich im Lieferumfang nicht nur selbstschneidende Lüfterschrauben, sondern auch Radiatorschrauben inklusive Kontermuttern aus Aluminium. Leider kann sich der gute Eindruck bei der Leistung nicht fortsetzen. Schon bei der ersten Inbetriebnahme fällt auf, dass das Modell, montiert auf einem Radiator, extreme Brummgeräusche erzeugt. Im offenen Betrieb sind diese Geräusche nicht wahrnehmbar. Im lautheitsnormierten Test muss die Drehzahl auf 980 U/min sehr weit heruntergeregelt werden, dass der HF120 überhaupt die vorgegebenen 0,2 Sone erreicht. Bei allen Messpunkten zeigt sich Ähnliches: Durch das Brummen müssen niedrige Drehzahlen genutzt werden und der Lüfter erreicht kaum eine passable Kühlleistung. So bleibt es bei einer Leistungsnote von 4,6. Für Radiatoren ist der Lüfter nicht zu empfehlen.



Jonsbo Magic Fan ZF-120: it's magic!?

Trotz der Namens-Assoziation mit einem Regenbogen-Einhorn handelt es sich beim Magic Fan ZF-120 immer noch um einen Lüfter, dank Stecksystem jedoch auch um einen interessanten Testkandidaten.

Wer sich bei der Konkurrenz umschaute, findet einige Marken, die mit steckbaren Lüftern aufwarten. Allen gemein ist ein großes Preisschild. Die Steckverbindungen sind meist aufwendig gestaltet, werden mit Magneten gehalten und haben eigens entwickelte Kontaktverbindungen. Beim Jonsbo ZF-120 sieht das anders aus, denn das Stecksystem basiert nicht auf proprietären Anschlüssen, sondern auf normalen Stiftleisten. Mittels einfacher Wiederhacken werden die Lüfter aneinander geklickt. Der beigelegte Adapter erlaubt die Nutzung über die Standard Lüfter- und ARGB-Steuerung des Mainboards. Die Anmutung wirkt aber etwas günstig, für den Preis von um die 86 Euro für einen Triple Pack liefern andere Hersteller hochwertigere Produkte. Leistungstechnisch kann der ZF-120 nicht überzeugen. Zu schlecht ist die Kühlleistung im lautheitsnormierten Test. Die niedrige Maximaldrehzahl von 1490 U/min sorgt auch im Maximalleistungs-Test für suboptimale Ergebnisse.



NZXT F120 RGB DUO: Kleiner Rotor, kleine Leistung

Der F120 RGB DUO ist auf RGB ausgelegt. Dass ein Lüfter dabei keine schlechte Leistung haben muss, konnte oft genug bewiesen werden. Doch wie schlägt sich das NZXT-Modell?

Der mit ARGB-Ring ausgestattete Lüfter verfügt über ein schickes, NZXT typisches Design. Der Rahmen ist über Gummiringe entkoppelt, neben dem standardisierten PWM-Anschluss findet man einen proprietären ARGB-Stecker, mit dem der Lüfter an einer NZXT-Steuerung angeschlossen werden kann. Durch den RGB-Ring wurde der Rotor sehr klein gehalten. Er misst lediglich einen Durchmesser von 103 mm. Wir konnten schon oft eine Korrelation zwischen Rotor-Durchmesser und Kühlleistung ziehen. Wird die Größe eines Lüfters nicht gut vom Rotor ausgenutzt, leidet die Leistung. Und mit dem F120 RGB DUO haben wir einen weiteren Vertreter, der dieses Prinzip eindrucksvoll unter Beweis stellt. Die lautheitsnormierte Kühlleistung ist nicht gut. So erreicht der F120 RGB bei 0,2 Sone eine Drehzahl von 970 U/min und eine Temperaturdifferenz von 30,5 Kelvin. Damit fällt der Lüfter mit einer Leistungsnote von 4,82 auf den letzten Platz zurück. Es wurde hier eindeutig zugunsten der Optik auf eine sinnvolle Lüfterkonstruktion verzichtet.



ander gesteckt werden können, ab. Während vor Kurzem noch einzelne Hersteller derartige Systeme vorgestellt haben, häuft sich die Anzahl der Anbieter rapide. Das Konzept, einzelne Lüfter zusammenzustecken und über ein einziges Kabel betreiben zu können, kann Kabelgewirr zwar effektiv eindämmen und lässt den eigenen Rechner aufgeräumter wirken, kommt aber in einigen Fällen mit einem Haken im Gepäck,

der sehr einfach vermeidbar gewesen wäre.

Hersteller wie Corsair, Hyte und NZXT nutzen proprietäre Controller, um das Lüftersystem zu steuern. Standardisierte Lüfteranschlüsse im 4-Pin-PWM-Format finden sich hier vorerst nicht. Für die Steuerung der Lüfter benötigt es dann wohl oder übel die haus-eigene Software. Die Erfahrung

hat gezeigt, dass diese Art von Software durchaus Probleme wie eine hohe Ressourcennutzung mit sich bringen kann. Die Lösung ist einfach: Adapter. Während Hyte einen 4-Pin-PWM-Adapter beilegt, der leider nur suboptimal funktioniert und NZXT zumindest zur PWM-Steuerung Standard-Anschlüsse nutzt und lediglich für die Nutzung der Beleuchtung zum eigenen Controller zwingt, kann man Corsairs

Icye Link System, mit dem auch der RX120 RGB verbunden wird, nur über passende Software und Controller steuern. Lian Li und auch Jonsbo sind dagegen vorbildlich und nutzen für Uni Fan P28 respektive ZF-120 gar keinen Controller, sondern eine einfache 4-Pin-PWM-Verbindung. Proprietäre Systeme werden in unserem Test abgewertet. Bietet ein System die Nutzung eines Controllers und als Alterna-

120-mm-Lüfter Auszug aus Testtabelle mit 46 Wertungskriterien			
Lüfter	T30	Fluctus 120 PWM ARGB	Uni Fan P28
Hersteller (Webseite)	Phanteks (phanteks.com)	Endorfy (endorfy.com)	Lian Li (lian-li.com)
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/2582010	www.pcgh.de/preis/2843331	www.pcgh.de/preis/2948395
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 30,-/ Note: 2	Ca. € 14,-/ Note: 1	Ca. € 26,-/ Note: 2
Ausstattung (20 %)	2,39	2,25	2,73
Ansteuerung	PWM	PWM/Spannung	PWM/Spannung
RGB	Kein RGB	ARGB	Kein RGB
Kabel	63 cm, ummanteltes Kabel, Daisy Chain, steckbar am Lüfter	64,5 cm, Bandkabel, Daisy Chain, RGB-Daisy Chain	52 cm (mit Adapter), ummanteltes Kabel, Stecksystem,
Anschlüsse (Lüfter/RGB)	Standard-4-Pin/kein RGB	Standard-4-Pin/standard-3-Pin-ARGB	Standard-4-Pin oder Stecksystem/kein RGB
Entkoppelung	Gummi-Einsätze	Gummi-Einsätze	Gummi-Einsätze
Zubehör	Schrauben/Montage, Verlängerung	Schrauben/Montage, Anleitung, Verlängerung	Schrauben/Montage, Anleitung, Adapter
Eigenschaften (20 %)	1,85	1,28	1,85
Material – Gewicht (nicht gewertet)	Kunststoff – 233 g	Kunststoff – 132 g	Kunststoff – 254 g
Abmessungen (H × B × T)	120 × 120 × 30 mm	120 × 120 × 25 mm	120 × 120 × 28 mm
Farbe (Rahmen/Rotor)	Schwarz/grau	Schwarz/transparent	Schwarz/schwarz
Lager (Herstellerangabe)	„Dual Vapo“	„Fluid Dynamic“	„Hydro Dynamic“
Rotor-Durchmesser	112,5 mm	111,5 mm	112 mm
Max. / Min. Drehzahl	2.990/445 U/min	1.900/640 U/min	2.600/420 U/min
Max. Leistungsaufnahme (W)	7,4 Watt	1,8 Watt	5,4 Watt
Verarbeitung	Keine Mängel	Keine Mängel	Keine Mängel
Nebengeräusche	Keine	Keine	Keine
Stärke der Nebengeräusche	(Fast) unhörbar	(Fast) unhörbar	(Fast) unhörbar
Lebensspanne (Herstellerangabe)	150.000 Stunden	100.000 Stunden	nicht angegeben
Garantie	6 Jahre	6 Jahre	6 Jahre
Leistung (60%)	1,10	1,66	1,41
Temperaturdifferenz (Wasser/Umgebungsluft) Radiatorlüfter bei: 0,2 0,3 0,5 1,0 2,0 Sone Vollast	20,6 19,4 18,2 16,1 13,7 10,7 Kelvin	21,8 20,5 18,5 16,4 – 14,9 Kelvin	22,3 20,2 18,8 16,2 14,1 12,0 Kelvin
Maximale Lautheit auf Radiator	6,0 Sone	1,8 Sone	3,5 Sone
Nicht erreichte Lautheitswerte	–	2,0 Sone	–
FAZIT	+ Bestnote + Maximale Kühlleistung	+ Leistung + Günstig	+ Hohe Leistung + Stecksystem + Adapter
	Wertung: 1,51	Wertung: 1,70	Wertung: 1,76

tive einen Standard-Stecker, wirkt sich dies als deutlich positiv auf die Note aus.

Preis

Auch in diesem Test liegt der preisliche Richtwert in Sachen High-End-Lüfter bei der magischen 30-Euro-Marke. Wie auch im vorherigen Test pendeln sich einige Kandidaten hier ein, mit deutlichen Ausreißern nach oben sowie nach unten. Dass ein

hoher Preis wieder einmal gar nichts mit einer guten Leistung zu tun hat, wird auch klar. Positiv überrascht hat uns vor allem Endorfy's Fluctus 120 PWM. Für einen Preis von 14 Euro bekommt man hier den zweitplatzierten Lüfter dieses Tests. Auch im Vergleich zur Konkurrenz aus dem Vorgänger-Artikel schneidet das Modell gut ab. Hier war vor allem Arctics P12-Preiswunder für knapp 5 Euro das Maß der Dinge.

Der Fluctus ist zwar teurer, spielt aber leistungstechnisch noch einmal auf einem deutlich höheren Niveau und schlägt die 30-Euro-Konkurrenz.

Negativ Auffällig sind beispielsweise Lüfter wie der MSI Silent Gale P12, der im Test im Mittelfeld gelandet ist, jedoch für ca. 39 auf dem Markt zu finden ist – was deutlich zu viel ist, oder der NZXT F120 RGB

DUO, der sich die hübsche RGB-Beleuchtung mit 30 Euro bezahlen lässt und leistungstechnisch vollkommen untergeht.

Materialmythos vs. Realität

Seitdem Noctua mit dem NF-A12x25 auf sogenannte Flüssigkristallpolymere setzt, ist das Thema Lüftermaterial immer präsenter geworden. Flüssigkristallpolymere sollen im flüssigen Zustand eine

120-mm-Lüfter

Auszug aus Testtabelle mit 46 Wertungskriterien



Lüfter	RS120 Max	Silent Gale P12	Metal 120 PWM	THICC FP12
Hersteller (Webseite)	Corsair (corsair.com)	MSI (msi.com)	Montech (montechpc.com)	Hyte (hyte.com)
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/3188112	www.pcgh.de/preis/2622175	www.pcgh.de/preis/3089692	www.pcgh.de/preis/3174503
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 30,-/ Note: 2-	Ca. € 39,-/ Note: 3	Ca. € 10,-/ Note: 2-	Ca. € 30,-/ Note: 3
Ausstattung (20 %)	3,30	2,81	3,44	2,87
Ansteuerung	PWM	PWM/Spannung	PWM/Spannung	PWM
RGB	Kein RGB	Kein RGB	Kein RGB	Kein RGB
Kabel	62 cm, Bandkabel	69 cm (Verlängerung), ummanteltes Kabel	37,5 cm, Bandkabel, Daisy Chain	63 cm (Adapter), ummanteltes Kabel, Steckbar am Lüfter
Anschlüsse (Lüfter/RGB)	Standard-4-Pin/kein RGB	Standard-4-Pin/kein RGB	Standard-4-Pin/kein RGB	Standard-4-Pin (Adapter), Stecksystem/kein RGB
Entkoppelung	Gummi-Einsätze	Gummi-Einsätze	Gummi-Einsätze	Gummi-Einsätze
Zubehör	Schrauben/Montage	Schrauben/Montage, Anleitung, Verlängerung	Schrauben/Montage	Schrauben/Montage, Verlängerung
Eigenschaften (20 %)	2,14	2,14	1,57	2,14
Material – Gewicht (nicht gewertet)	Kunststoff – 208 g	Kunststoff – 213 g	Kunststoff – 192 g	Kunststoff – 236 g
Abmessungen (H × B × T)	120 × 120 × 30 mm	120 × 120 × 27,5 mm	120 × 120 × 25 mm	120 × 120 × 32,5 mm
Farbe (Rahmen/Rotor)	Schwarz/schwarz	Schwarz/schwarz	Schwarz/schwarz	Schwarz-Weiß/schwarz
Lager (Herstellerangabe)	„Magnetschwebelager“	„Hydro Dynamic“	„Hydro Dynamic“	–
Rotor-Durchmesser	115 mm	110 mm	109,5 mm	110,5 mm
Max. / Min. Drehzahl	2.010/725 U/min	1.970/730 U/min	2.120/690 U/min	3.035/390 U/min
Max. Leistungsaufnahme (W)	3,1 Watt	1,2 Watt	1,4 Watt	nicht messbar
Verarbeitung	Keine Mängel	Keine Mängel	Keine Mängel	Keine Mängel
Nebengeräusche	Keine	Keine	Keine	Brummen
Stärke der Nebengeräusche	(Fast) unhörbar	(Fast) unhörbar	(Fast) unhörbar	Noch leise
Lebensspanne (Herstellerangabe)	nicht angegeben	nicht angegeben	40.000	nicht angegeben
Garantie	5 Jahre	5 Jahre	3 Jahre	6 Jahre
Leistung (60%)	1,38	2,40	2,49	2,56
Temperaturdifferenz (Wasser/Umgebungsluft) Radiatorlüfter bei: 0,2 0,3 0,5 1,0 2,0 Sone Vollast	21,3 19,6 18,1 15,8 14,3 13,7 Kelvin	23,9 22,6 20,3 18,0 – 16,4 Kelvin	25,1 22,8 21,3 18,5 16,2 15,1 Kelvin	26,2 24,2 22,1 19,8 16,6 11,4 Kelvin
Maximale Lautheit auf Radiator	2,5 Sone	1,5 Sone	2,7 Sone	8,7 Sone
Nicht erreichte Lautheitswerte	–	2,0 Sone	–	–
FAZIT	+ Sehr hohe Kühlleistung - Puristische Ausstattung	+ Allrounder - Teuer	+ Günstig - mittelmäßige Leistung	+ Hohe Maximalleistung - Laut
	Wertung: 1,92	Wertung: 2,43	Wertung: 2,49	Wertung: 2,54

geordnetere und stäbchenförmige Molekülstruktur aufweisen, die im festen Zustand für eine sehr hohe Stabilität sorgen soll. Mittlerweile wird das Material häufig für Marketingzwecke genutzt. Doch warum sollte dieses Material einen Vorteil bringen? LCP soll über eine deutlich höhere Stabilität und Festigkeit als beispielsweise PBT oder Polycarbonat verfügen. Ein häufiges

Argument: Um die Abstände zwischen Rotor und Rahmen gering zu halten, werde LCP benötigt. Mit der Zeit sollen sich normale Kunststoffe angeblich durch die G-Kraft während der Rotation ausdehnen. Inwieweit sich das bewahrheitet, lässt sich nur erraten. Doch eine weitere Eigenschaft des Spezial-Materials kann einen vielleicht messbaren Einfluss haben. LCP hat eine

erhöhte Verwindungssteifigkeit und Dämpfeigenschaft. Wenn Lüfterblätter Luft bewegen, können sie sich aufschwingen, also eine Art Bewegung nach oben und unten vollziehen. Die hierdurch entstehende Schwingung kann eine Geräuschkulisse erzeugen, da die Blätter wie eine Art Lautsprecher fungieren können. LCP soll diese Bewegungen reduzieren und dämpfen kön-

nen. Doch lässt sich das überhaupt beweisen? Ja und nein. Die drei leistungstechnisch besten Lüfter in diesem Test sind aus LCP gefertigt und konnten sehr leise sehr viel leisten. Liegt das unter anderem auch am LCP? Das lässt sich nur erraten.

Zukunft

Das Testfeld von 15 weiteren Lüftern bringt die Rangliste auf ganze

120-mm-Lüfter Auszug aus Testtabelle mit 46 Wertungskriterien				
				
Lüfter	RX120 RGB	Pure Wings 3	ROG Strix XF 120	FP2-120
Hersteller (Webseite)	Corsair (corsair.com)	Be Quiet (bequiet.com)	Asus (asus.com)	APNX (apnx.com)
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/3142221	www.pcgh.de/preis/3049951	www.pcgh.de/preis/2511574	www.pcgh.de/preis/3050406
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 31,-/ Note: 3+	Ca. € 9,-/ Note: 2	Ca. € 14,-/ Note: 2-	Ca. € 20,-/ Note: 3
Ausstattung (20 %)	3,44	3,58	2,76	2,59
Ansteuerung	PWM	PWM/Spannung	PWM/Spannung	PWM/Spannung
RGB	ARGB	Kein RGB	Kein RGB	Kein RGB
Kabel	20 cm, ummanteltes Kabel, steckbar am Lüfter, proprietäres Stechsystem	47 cm, Bandkabel	51 cm, ummanteltes Kabel	45 cm, Bandkabel, Daisy-Chain
Anschlüsse (Lüfter/RGB)	Icuc Link (proprietär)	Standard-4-Pin/kein RGB	Standard-4-Pin/kein RGB	Standard-4-Pin/standard-3-Pin-ARGB
Entkoppelung	Gummi-Einsätze	-	Gummi-Einsätze	Abdichtender Gummi-Rahmen
Zubehör	Schrauben/Montage	Schrauben/Montage	Schrauben/Montage, Anleitung, Splitter	Schrauben/Montage, zweiter Reverser-Rotor
Eigenschaften (20 %)	1,28	1,57	1,28	2,43
Material – Gewicht (nicht gewertet)	Kunststoff – 166 g	Kunststoff – 148 g	Kunststoff – 166 g	Kunststoff/Metall – 248 g
Abmessungen (H × B × T)	120 × 124,5 × 25 mm	120 × 120 × 25 mm	120 × 120 × 25 mm	120 × 120 × 30 mm
Farbe (Rahmen/Rotor)	Schwarz, transparent/Transparent	Schwarz/schwarz	Schwarz/Schwarz	Weiß/transparent
Lager (Herstellerangabe)	„Magnetschwebelager“	„Gleitlager (Rifle)“	„magnetisch barometrisch“	„Fluid Dynamic“
Rotor-Durchmesser	114,5 mm	112,5 mm	113 mm	113 mm
Max. / Min. Drehzahl bei Volt-Steuerung	2.105/310 U/min	1.570/500 U/min	1.845/410 U/min	1.900/600 U/min
Max. Leistungsaufnahme (W)	-	0,7 Watt	1,0 Watt	4,2 Watt
Verarbeitung	Keine Mängel	Keine Mängel	Keine Mängel	Keine Mängel
Nebengeräusche	Keine	Keine	Keine	Keine
Stärke der Nebengeräusche	(Fast) unhörbar	(Fast) unhörbar	(Fast) unhörbar	(Fast) unhörbar
Lebensspanne (Herstellerangabe)	Nicht angegeben	80.000 Stunden	(„bis zu“) 400.000 Stunden	100.000 Stunden
Garantie	5 Jahre	3 Jahre	5 Jahre	3 Jahre
Leistung (60%)	3,05	2,94	3,45	3,30
Temperaturdifferenz (Wasser/Umgebungsluft) Radiatorlüfter bei: 0,2 0,3 0,5 1,0 2,0 Sone Vollast	28,2 26,3 23,3 19,7 16,5 13,9 Kelvin	26,6 24,5 21,4 18,4 - 17,6 Kelvin	27,5 26,6 23,8 20,5 17,3 17,3 Kelvin	27,1 26,3 23,8 20,8 18,2 14,5 Kelvin
Maximale Lautheit auf Radiator	3,8 Sone	1,2 Sone	2,0 Sone	4,8 Sone
Nicht erreichte Lautheitswerte	-	2,0 Sone	-	-
FAZIT	+ RGB, Stechsystem - Proprietäre Anschlüsse	+ Günstig - Wenig Ausstattung	+ Erschwinglich - Mittelmäßige Leistung	+ Wechselbarer Rotor - Schwache Leistung
	Wertung: 2,77	Wertung: 2,80	Wertung: 2,88	Wertung: 2,99

28 Kandidaten und bietet somit hoffentlich eine gute Einschätzung, welches Modell sich zum Kauf lohnt und wovon man die Finger lassen sollte. Der Lüftermarkt schläft nicht und so kommen unaufhörlich weitere Modelle und vielleicht auch neue Spitzenreiter hinzu. Bis zum nächsten 120-mm-Round-Up werden wieder fleißig Testkandidaten gesammelt. Bis dahin geht es an

die größeren 140er-Modelle. Hier steht ein Test seit Längerem noch aus. Mit dem direkten Vergleich zu den bisher getesteten 120-mm-Modellen steht einem Duell aber nichts mehr im Weg.

Summa Summarum

Die Differenzen der getesteten Lüfter könnten kaum größer sein. Mit dem Phanteks T30 haben wir einen

neuen absoluten Spitzenreiter. Auf der anderen Seite haben wir aber auch Lüfter, die bisherige Testkandidaten leistungstechnisch weiter unterbieten und sich ganz am Ende anordnen. Mit teils 10 Kelvin Temperaturdifferenz wird klar, welchen Einfluss ein guter Lüfter auf den heimischen Rechner haben kann. Auch muss man nicht unbedingt viel für gute Leistung ausgeben. (jh)

Fazit

PCGH

Das richtige Design

Ob Lüftergeometrie oder Anschlusskompatibilität, viele der Probleme, mit denen so mancher Lüfter zu kämpfen hat, würden sich leicht lösen lassen. Umso erfreulicher ist es, dass einige Hersteller mitgedacht haben und tolle Produkte liefern.

120-mm-Lüfter Auszug aus Testtabelle mit 46 Wertungskriterien				
				
Lüfter	NB-eLoop X (B12x-PS-BL)	Magic Fan ZF-120	HF120	F120 RGB DUO
Hersteller (Webseite)	Noiseblocker (blacknoise.com)	Jonsbo (jonsbo.com)	Jonsbo (jonsbo.com)	NZXT (nzxt.com)
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/2191772	www.pcgh.de/preis/2915438	www.pcgh.de/preis/2674331	www.pcgh.de/preis/2902919
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 29,-/ Note: 3-	Ca. € 86,- (Tripe Pack)/ Note: 4	Ca. € 19,-/ Note: 3	Ca. € 29,-/ Note: 4
Ausstattung (20 %)	2,53	2,59	3,01	2,87
Ansteuerung	PWM	PWM/Spannung	PWM/Spannung	PWM/Spannung
RGB	ARGB	ARGB	Kein RGB	ARGB
Kabel	79 cm (Verlängerung), ummanteltes Kabel, steckbar am Lüfter	52 cm (Adapter), Bandkabel, Steckbar am Lüfter, Stecksystem	42 cm, ummanteltes Kabel	62 cm, Bandkabel
Anschlüsse (Lüfter/RGB)	Standard-4-Pin/standard-3-Pin-ARGB	Standard-4-Pin/standard-3-Pin-ARGB, Stecksystem	Standard-4-Pin/kein RGB	Standard-4-Pin/proprietärer ARGB-Stecker
Entkoppelung	Gummi-Einsätze	Gummi-Einsätze	Gummi-Einsätze	Gummi-Einsätze
Zubehör	Schrauben, Verlängerungen, Kontermuttern, Gummi-Einsätze	Schrauben/Montage, Adapter (PWM/ARGB)	Schrauben/Montage, Kontermuttern	Schrauben/Montage, Anleitung
Eigenschaften (20 %)	2,28	2,43	1,71	1,85
Material – Gewicht (nicht gewertet)	Kunststoff – 138 g	Kunststoff – 131 g	Kunststoff – 226 g	Kunststoff – 174 g
Abmessungen (H × B × T)	120 × 120 × 25 mm	120 × 123,5 × 25 mm	120 × 120 × 25 mm	120 × 120 × 25 mm
Farbe (Rahmen/Rotor)	Schwarz/transparent	Weiß/transparent	Schwarz/schwarz	Schwarz, transparent/schwarz
Lager (Herstellerrangabe)	„magnetisch barometrisch“	„Hydro Dynamic“	„Hydro Dynamic“	„Fluid Dynamic“
Rotor-Durchmesser	116,5 mm	111 mm	109,5 mm	103 mm
Max. / Min. Drehzahl bei Volt-Steuerung	1.520/535 U/min	1.430/490 U/min	1.955/620 U/min	1.870/350 U/min
Max. Leistungsaufnahme (W)	1,4 Watt	1,5 Watt	1,0 Watt	1,3 Watt
Verarbeitung	Keine Mängel	Leichte Mängel (Gussgrate)	Keine Mängel	Keine Mängel
Nebengeräusche	Brummen	Wummern (schwingt sich auf)	Brummen	Keine
Stärke der Nebengeräusche	Leise	Noch leise	Hörbar	(Fast) unhörbar
Lebensspanne (Herstellerrangabe)	120.000 Stunden	40.000 Stunden	30.000 Stunden	60.000 Stunden
Garantie	2 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	2 Jahre
Leistung (60%)	3,61	3,72	4,56	4,82
Temperaturdifferenz (Wasser/Umgebungsluft) Radiatorlüfter bei: 0,2 0,3 0,5 1,0 2,0 Sone Vollast	27,8 26,5 23,3 20,4 - 18,3 Kelvin	27,9 26,1 24,7 21,1 - 17,5 Kelvin	31,8 30,8 28,6 22,5 19,0 17,0 Kelvin	30,5 29,0 27,6 24,6 21,2 19,3 Kelvin
Maximale Lautheit auf Radiator	1,4 Sone	1,3 Sone	3,1 Sone	3,3 Sone
Nicht erreichte Lautheitswerte	2,0 Sone	2,0 Sone	-	-
FAZIT	Design Brummen	Stecksystem + Adapter Teuer, niedrige Leistung	Schwache Leistung Radiator: Brummen	ARGB-Beleuchtung Schwache Leistung
	Wertung: 3,07	Wertung: 3,24	Wertung: 3,68	Wertung: 3,84

Das PCGH-Team stellt sich vor

THILO BAYER

Chefredakteur | post@pcgh.de | Aufgabengebiete: Heft, Website, Mädchen für alles

PC aktuell: Das zweite Halbjahr ist einigermaßen kurios. AMD über- rascht mit einem durchwachsenen 9000X-Start, Intel ist noch eine Wundertüte und bei Geforce, Radeon & Arc sieht es zappenduster aus. Wer hätte das am Anfang des Jahres gedacht?

Die Tage werden kürzer ... und der Dachboden wieder erträglich kühl. Heißt also, ich kann endlich wieder öfter zocken. Nur was? Gerade im Bereich Rundenstrategie gibt es aktuell wenig – außer Tactical Breach Wizards. Da habe ich aber richtig Lust drauf. Haben Sie sonst noch Tipps für „mein“ Genre?

Privat-PC: Ryzen 7 3700X, G.Skill Ripjaws 32 GiB DDR4-3200, MSI X570 Gaming Edge, Asus ROG Strix RTX 2070 Super, Acer XF270HUA



RAFFAEL VÖTTER

Leitender Redakteur | post@pcgh.de | Fachbereiche: Artikelplanung, Grafikkarten, GPU-Kühler, Spiele

PC aktuell: Zwar gibt es keine neuen Grafikkarten, als Techniktester habe ich dennoch Tag & Nacht zu tun. Gerade die Spieleflut im August und September war anstrengend, brachte aber tolle Titel. Und damit ist 2024 noch lange nicht zu Ende – siehe die Tech-Test-Flut auf PCGH.de!

Die Tage werden kürzer ... und die Abende am Rechner länger. Meine aktuellen Tipps: Visions of Mana für Nostalgiker, Final Fantasy 16 für Nostalgiker, die erwachsen geworden sind, Space Marine 2 für kerniges Koop-Kloppen und Nobody Wants to Die für Film-Noir-Fans. Einiges davon findet sich auch in den neuen GPU-Leistungsindeizes (WIP).

Privat-PC: Ryzen 9 5950X @ 16T/UW/Eco, Biostar B550GTA, 32 GiB DDR4-3600, MSI RTX 4090 Suprim X @ ULV, 2 TB NVME-SSDs, Viewsonic XG320U



ANDREAS LINK

Leitender Redakteur Online | post@pcgh.de | Fachbereich: Online-Auftritt (pcgh.de)

PC aktuell: Wer will, kann sich jetzt Push-Benachrichtigungen der wichtigsten Meldungen von PCGH schicken lassen. Das geht im Browser und in ausgewählten Messengern. Einfach www.pcgh.de/service/newsletter ansurfen und die gewünschten Dienste auswählen.

Die Tage werden kürzer ... und die Margen höher. 800 Euro will Sony für die Playstation 5 Pro – ohne Laufwerk und Ständer; und einen zweiten Controller will man meistens auch haben. Ich bin gespannt, ob die Rechnung aufgeht und fühle mich an die Playstation 3 erinnert. Zumal mir auch irgendwie die Killerapplikation fehlt – GTA 6 kommt erst 2025.

Privat-PC: Macbook Pro und Asus Zenbook, Desktop-Systeme mit Core i7-8700K und Geforce GTX 980 Ti sowie Pentium 3 und Radeon 64 DDR



MANUEL CHRISTA

Scheidender Redakteur Video | post@pcgh.de | Neuer Fachbereich: Industrieelektronik

PCGH aktuell: Okay, es ist nun offiziell, dass ich ab Oktober den Job wechsele. Ich bin der Grund für die Stellenanzeige rechts unten. Es waren acht spannende Jahre hier als PCGH-Nerd mit vielen Techniksäßen. Ganz ehrlich, ich bereue davon keine Sekunde. PCGH-Fanboy war ich schon vor meinem Job hier und bleibe es weiterhin. Ich konnte hier voll aufgehen in meiner Leidenschaft als Technikredakteur – hoffentlich auch weiterhin als solcher bei der „Elektronikpraxis“. Aber so schön die Unterhaltungselektronik hier auch war, wächst irgendwann die Sehnsucht nach neuen Herausforderungen, der ich nun nachgegeben habe. Mach's gut, coolstes PC-Heft der Welt!

Privat-PC: Ryzen 9 3900X, B550-Board, Zotac RTX 3070, 32 GiB DDR4, Samsung 960 Evo 500 GB, Viewsonic XG2703-GS; Macbook Pro 16 M1



DAVID NEY

Redakteur | post@pcgh.de | Fachbereiche: Prozessoren, Grafikkarten, Spiele

PC aktuell: Ich bin derzeit wieder mit meinem Ultra-Spar-Profil unterwegs, wo ich oft keine 20 Watt bei der CPU sehe. Der Witz: Die Spiele laufen trotzdem alle noch sehr flüssig, selbst Star Wars Outlaws, was mitunter ziemlich CPU-lastig sein kann.

Die Tage werden kürzer ... und die Abende länger. Aber am Ende ändert sich am Alltag eigentlich nichts. Ich finds nur krass, wie schnell der Sommer schon wieder vorbei war. Den einen Tag schwitzt man noch und einen Tag später ist es draußen plötzlich so kalt, dass man sich einen Pullover anziehen könnte. Das ging zu schnell, irgendwie.

Privat-PC: R7 7800X3D OC, Asrock X670E Pro RS, 32 GiB DDR5-6400 OC, PNY Geforce RTX 4090 Super XLR8 Gaming Verto Epic-X RGB Triple Fan OC



PHILIPP REUTHER

Redakteur | post@pcgh.de | Fachbereiche: Monitore, Spiele, Sound & Grafik

PC aktuell: Ich zock aktuell Space Truckers, WARNO, Steel Division 2, Crusader Kings 3 und das Survival Aska sowie natürlich Space Marine 2.

Die Tage werden kürzer ... Ja, der Sommer geht dem Ende zu. Einerseits finde ich die etwas weniger schwülen Temperaturen ganz nett. Vor allem neben der heimischen PC-Heizung, die bislang Spielen besonders ungemütlich macht. Andererseits fehlen mir schon jetzt die angenehmen Sommerabende und mir geht es auf den Senkel, dass es abends um 20 Uhr schon wieder finster ist. Die elenden Lebkuchen, die der Supermarkt jetzt(!) schon wieder führt, geben mir Sommerkind den Rest.

Privat-PC: Ryzen 9 3900X, Liquid Freezer II, 32 GiB DDR4-3600, Zotac RTX 3090 Ti AMP Extreme, Sound Blaster AE-7, 2x 27" WQHD, 144 Hz (HDR)



TORSTEN VOGEL

Redakteur, Community Manager | post@pcgh.de | Fachbereiche: Mainboards, WaKü, externe Printler

Kühlung aktuell: Wasserkühlung ist eine gute Idee, Fußbodenheizung auch und Urlaub sowieso. Aber man sollte diese Ideen nicht kombinieren; mitten durchs Zelt fließendes, kaltes Wasser fand ich weniger toll.

Die Tage werden kürzer ... kälter und nasser (siehe oben). Da böten sich länger werdende Nächte für die Witcher-3-Complete-Runde an, die ich mir seit Jahren vornehme. Leider schrumpft das Arbeitspensum tagsüber nicht mit, die Überholung des Rechners ist vor meinem Urlaub nicht fertig geworden, jetzt spinnt die Waschmaschine rum und der Vermieter dreht fleißig an der Preisschraube, wartet aber die Heizung nicht.

Privat-PC: i9-9900K, Z170, 64 GiB DDR4-3333 (16-19-19-28), Zotac RTX 2080 Ti AMP – alles @ WaKü; 32 Zoll QHD, Nytro XF1440 800 GB, Win7



FRANK STÖWER

Redakteur | post@pcgh.de | Fachbereiche: Peripherie (Mäuse, Tastaturen, Gamepads, Stühle & Tische)

PC aktuell: Ich glaube, ich habe es bislang nicht erwähnt, aber ich muss mich jetzt in Win 11 einarbeiten, obwohl ich mit Win 10 mehr als zufrieden war! Was ist passiert? Das weiß ich nicht so genau, aber bei Bestätigung eines Updates scheint man mir wohl auch gleich die neueste Version des Betriebssystems untergejubelt zu haben. Bevor ich aber zum ewig Gestrigen werde, setze ich mich mit dem neuen OS auseinander.

Die Tage werden kürzer ... und meine bunte Goove- und Philips-Hue-Beleuchtung strahlt meist schon kurz nachdem ich nach Hause gekommen bin. Dazu freue ich mich über Raumtemperaturen unter 26 Grad.

Privat-PC: R9 5900X, Asus Strix X370-F, 32 GiB DDR4-3600, MSI RTX 2080 Gaming X Trio, Viewsonic VX4380 (43"), Fractal Design Define S2 Vision RGB



RICHARD ENGEL

Projektleiter | post@pcgh.de | Fachbereiche: Netzteile, Gehäuse, Spiele, Mädchen für alles II

PC aktuell: Befindet sich in mehrere Teile gesplittet bei Freunden. Insoweit lebt der Rechner weiter. Der neue PC wird auf AM5 setzen und bis zum Erscheinen eines Ryzen 9000X3Ds mit Übergangskomponenten ausgestattet sein. Beim neuen Monitor bin ich mir noch unsicher. Es soll ein OLED werden. Mit UHD-Auflösung und 32 Zoll „in der Höhe“. Aber: 16:9-Format für vierstellige Summen? Hmm. Darüber muss ich schlafen.

Die Tage werden kürzer ... und kühler. Finde ich als Winterkind gut. 34 °C halte ich zwar außerhalb aus, aber trockene 25 °C drinnen (Rechner und so), während es draußen kalt regnet, ist deutlich gemüthlicher.

Privat-PC: Ist gerade im Umbau. Der alte Rechner wurde inklusive Monitor weitergegeben. Derzeit daher effektiv nur Macbook Air M2 zur Verfügung.



JAN HAUCK

Redakteur | post@pcgh.de | Fachbereiche: Lüfter, Luftkühlung, AIOs, Bastelprojekte

PC aktuell: Ich werde für eine gute Freundin einen neuen Rechner zusammenbauen, am besten soll er schlicht und sinnvoll sein. Das kann nur eins bedeuten: Wasserkühlung!!!

Die Tage werden kürzer ... und ich freue mich über die gemüthlichere Stimmung und die weniger schweißtreibenden Temperaturen. Endlich hat man mal wieder Zeit, sich in Projekte zu vertiefen. Der Sommer ist schön, aber fordernd. Täglich schlägt einem das schöne Wetter mit der Moralkeule ins Gesicht: „Geh raus, beweg dich ...“. Ab jetzt gönnt sich meine innere Stimme eine Auszeit und lässt mich entspannen.

Privat-PC: i7-9700K @ 5 GHz, MSI Z390, 32 GiB DDR4-3200, RTX 2080 @ 2.130 MHz – alles @ WaKü, 970 Evo 1 TB, Raijintek Pean, Acer 165 Hz



OLIVER JÄGER

Online-Redakteur | post@pcgh.de | Fachbereich: Online-Auftritt (pcgh.de)

PC aktuell: Bei mir fliegen derzeit die Löcher aus dem Käse, es wird wieder Zeit für eine Polonaise. Leider weiß ich nicht, was das mit meinem PC zu tun hat, aber der rennt nach wie vor stark.

Die Tage werden kürzer ... die Nächte länger. In der ersten Septemberwoche hat es noch für eine Nachtwanderung gereicht. Hot Summer, könnte man meinen, Monroe lässt grüßen. In der guten alten Herbst- und Winterzeit werden die Jalousien wieder früh geschlossen, ab 17 Uhr kann es schon losgehen. Packt die Heißgetränke aus, alles ist erlaubt, ob Tee, Kaffee oder heißes Wasser mit Milch, ich bin bereit für diese Zeit.

Privat-PC: Intel Core i3-2310M @ 2,10 GHz mit HD Graphics 3000, 4 GiB RAM, Kingston SSD Now UV400 240 GB (Aldi-Notebook)

**SANTANA RAUS**

Video-Redakteurin | post@pcgh.de | Fachbereich: Videos aller Art

PC aktuell: Mal schauen, was sich bei mir als Herbst/Winter-Spiel durchsetzt. Mein „Dark Urge“-Run bei Baldur's Gate 3 steht noch an, aber auch Cyberpunk 2077 will weiter gezockt werden.

Die Tage werden kürzer ... und ich bin dabei eher traurig. Der Sommer geht immer viel zu schnell vorbei. Nun, ich versuche mich mit guten Events wie Halloween zu motivieren! Und Pumpkin Spice Latte steht auf dem Speiseplan. Weihnachts-Gebäck vermeide ich allerdings bis Dezember und es gibt erst Federweißer und nicht direkt Glühwein. Herbstliche Spaziergänge stehen auch noch an!

Privat-PC: Ryzen 7 5800X, Zotac RTX 3080 Ti AMP Extreme, MSI B550-A PRO, 32 GiB Kingston Hyper X, Samsung 970 Evo Plus 1 TB, WD Black 1 TB

**FELIX KELLIG**

Video-Volontär | post@pcgh.de | Fachbereich: Videos aller Art

PC aktuell: Mein Werkzeug wird gerade nicht am PC benötigt, dafür kommt es virtuell in meinem Raumschiff zum Einsatz, wenn ich in Outer Wilds die Weiten des Weltalls erkunde. Die Atmosphäre dieses kleinen Spiels saugt mich mal wieder komplett ein.

Die Tage werden kürzer ... und kühler (Jan springt auf: „Hat da jemand (CPU-)Kühler gesagt?“). Meine Wohnung ist kein Fan des Sommers, dementsprechend freut sie sich über ertragbare Temperaturen. Das bedeutet bessere Bedingungen für gemütliche Spielabende und Pen-and-Paper-Runden. Ich freu mich! Bleibt mir nur weg mit Lebkuchen ...

Privat-PC: AMD Ryzen 7 5800X3D, Asrock AB350 Pro4, XFX Radeon RX 6800 XT Speedster Merc, 16 GiByte RAM, Crucial MX500 1TB

**SVEN BAUDUIN**

Freier Mitarbeiter | post@pcgh.de | Fachbereich: Allrounder

PC aktuell: Ich habe mal wieder ein wenig an den Speicherlatenzen geschraubt und die Primär-, Sekundär- und Tertiär-Timings meiner 64 GiByte DDR4-3600 etwas angezogen. Die CL14-16-16-30 laufen mittlerweile endlich zu 100 Prozent stabil.

Die Tage werden kürzer ... und langsam, aber sicher bekomme ich wieder dieses etwas gemütlichere Gaming-Gefühl. Das Steam Deck OLED ist wieder häufiger im Einsatz und ich habe meine Leidenschaft für No Man's Sky entdeckt. Streaming vom Gaming-PC auf den Handheld ist momentan ein großes Thema und der Sofa-Kompatibilität zuträglich.

Privat-PC: AMD Ryzen 9 5950X, 64 GiB DDR4-3200 CL16, MSI MEG X570 Unify, Asus Geforce RTX 3090 TUF Gaming OC, LG OLED CX48



PCGH sucht Sie!

Nutzen Sie diese Chance und machen Sie Ihr Hobby zum Beruf, denn PCGH sucht ab sofort Verstärkung für unser Redaktionsteam. Bewerben Sie sich noch heute und vielleicht wandern auch Sie bald durch die „heiligen Hardware-Hallen“ der PCGH. Die Computec Media GmbH sucht zur Verstärkung ihrer Technik-Redaktion am Standort Fürth ab sofort eine/n

Volontär/in bzw. Junior-Redakteur/in PC Games Hardware (Print/Online/Video/Social) (m/w/d)

Ihre Aufgaben im Rahmen des Volontariats:

Während des Volontariats, das je nach Vorkenntnissen zwischen 12 und 24 Monaten läuft und in Fürth stattfindet, bilden wir Sie Schritt für Schritt aus: Sie nehmen an Redaktions- und Pressekonferenzen teil, recherchieren und schreiben Nachrichten, konzipieren Testberichte und Feature-Artikel, halten Kontakte zu den Presse- und Marketingvertretern der PC-Hardware-Hersteller. Sie führen Interviews, erstellen und kommentieren Videos, fertigen Inhalte für unsere Webseite und das Printheft an, bringen sich bei den sozialen Kanälen von PCGH ein und erlernen den Umgang mit Redaktions-Tools sowie unserem Online-CMS. In einem

lockeren Arbeitsumfeld unterstützt Sie das Redaktions- und Grafik-Team in Ihrer Ausbildung. Sie erhalten eine faire Bezahlung für das Volontariat.

Ihre Aufgaben als Junior-Redakteur/in (m/w/d):

Mit entsprechenden Vorkenntnissen überspringen Sie das Volontariat und arbeiten direkt als Junior-Redakteur/in. Auch hier nehmen Sie an Redaktions- und Pressekonferenzen teil, recherchieren und schreiben News, konzipieren Testberichte und Specials und halten Kontakte zu den Presse-/Marketingvertretern der PC-Hardware-Hersteller. Sie führen Interviews, erstellen und kommentieren Videos, fertigen Inhalte für unsere Webseite sowie das Printheft an, bringen sich bei den sozialen Kanälen von PCGH ein und erlernen den Umgang mit Redaktions-Tools sowie unserem Online-CMS.

Das sollten Sie mitbringen:

- Technik-Affinität und leidenschaftliches Interesse an PC-Hardware
- Mit Rechtschreibung nicht auf Kriegsfuß
- Erste Erfahrungen mit Foto- und Video-Bearbeitung
- Erste journalistische Erfahrungen (Praktika oder freie Mitarbeit)
- Keine Scheu, vor der Kamera zu stehen
- Keine Scheu vor Social Media und Suchmaschinenoptimierung (SEO)



- Bereitschaft zur Übernahme von Verantwortung
- Selbstständiges Arbeiten sollte kein Problem sein
- Naturtalent für organisatorische Fragen
- Kühler Kopf in stressigen Momenten
- Sicherer Umgang mit PCs und Office-Programmen sowie gute Internet- und Englischkenntnisse
- Mindestalter 18 Jahre

Interessiert, ein Teil von #teamcomputec zu werden? Dann freuen wir uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung mit möglichem Eintrittstermin sowie aussagekräftigem Lebenslauf, Zeugnissen und zwei Probeartikeln à ca. 2.500 Zeichen ohne Leerzeichen per E-Mail an bewerbungen@computec.de oder per Post an:

Computec Media
Redaktion PCGH
z. Hd. Thilo Bayer
Dr.-Mack-Straße 83
90762 Fürth

Einkaufsführer

Preisentwicklung und Kauf Tipps

www.pcgh.de/einkaufsfuehrer

Ruhe vor dem Sturm?

Während viele PC-Spieler gebannt auf kommende Hardware warten, wird es bei manchen Segmenten günstiger – bei anderen jedoch sogar teurer.

Dass sowohl AMD, Intel und Nvidia in nicht allzu ferner Zukunft mit neuen Hardware-Generationen um die Ecke kommen, liegt auf der Hand. Am spannendsten sind einerseits die Ryzen 9000X3D-CPU's und Intels neue Arrow-Lake-Prozessoren, bei den Grafikkarten andererseits wird der Schlagabtausch zwischen AMDs Radeon-RX-8000- sowie Nvidias GeForce-RTX-5000-Grafikkarten heiß hergehen – insbesondere aufgrund neuer KI-Implementierungen (Stichwort FSR 4) und wichtiger Punkte wie Preis-Leistungs-Verhältnis und Effizienz. AMD wird eigenen Angaben zufolge weniger die GPU-High-End-, sondern eher die Ober- bis Mittelklasse anvisieren. Ein Launch von RDNA 4 wird am ehesten zur CES 2025 erwartet. Wer nicht bis zu den neuen Generationen warten möchte, kann zu preislich sinkenden, aber immer noch ordentlich performanten Modellen wie der Radeon RX 7700 XT für ca. 360 Euro greifen. Auf dem Gebrauchtmärkte (mit allen bekannten Risiken) werden ansonsten vergleichbare, ältere GPUs wie die GeForce RTX 3080 um die 300 bis 400 Euro angeboten; neuere und stärkere wie die GeForce RTX 4070 ab ca. 530 Euro – im letzteren Beispiel lassen Argumente wie die sehr geringe Ersparnis und längere Garantie dann doch die Neuware beim Händler attraktiver aussehen. Ob die Ryzen 9000X3D-Gaming-CPU's gleichzeitig oder doch noch 2024 erscheinen, bleibt zum Redaktionsschluss Spekulation. Der AM5-Effizienztraum für Spieler, der Ryzen 7 7800X3D, ist zwar seit Juni von ca. 320 wieder auf knapp 400 Euro gestiegen, jedoch werden die neuen Generationen zum Launch nicht nur erwartungsgemäß performanter, sondern auch kostspieliger ausfallen.

Bei Gaming-Monitoren werden Preis-Leistungs-Tipps mit IPS-/VA-Panel, WQHD-Auflösung und 165 Hz immer erschwinglicher. Für rund 300 Euro gäbe es etwa LGs Ultragear 32GP850-B mit 32 Zoll und 180 Hz – mit 27 Zoll (27GP850-B) wären es bezahlbare ca. 220 Euro. Hersteller wie Samsung oder Viewsonic bieten noch günstigere Angebote ab 160 Euro für Einsteiger. (re)



Bild: Adbox

Exemplarische Preistrends: Grafikkarten und WQHD-Monitore

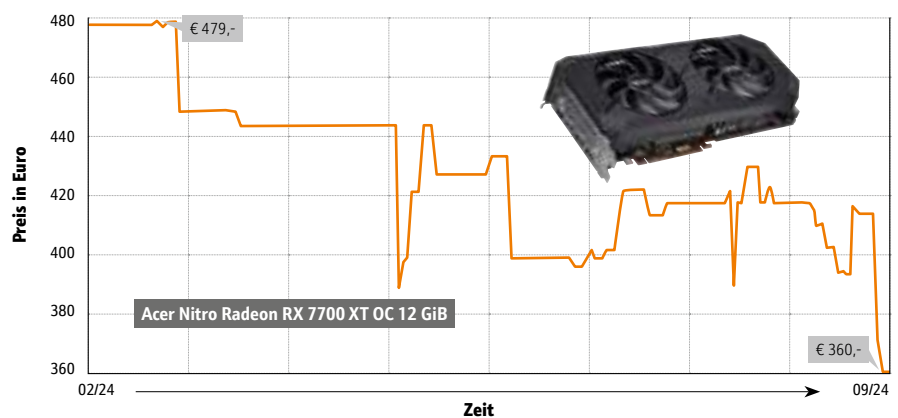


Bild: Acer

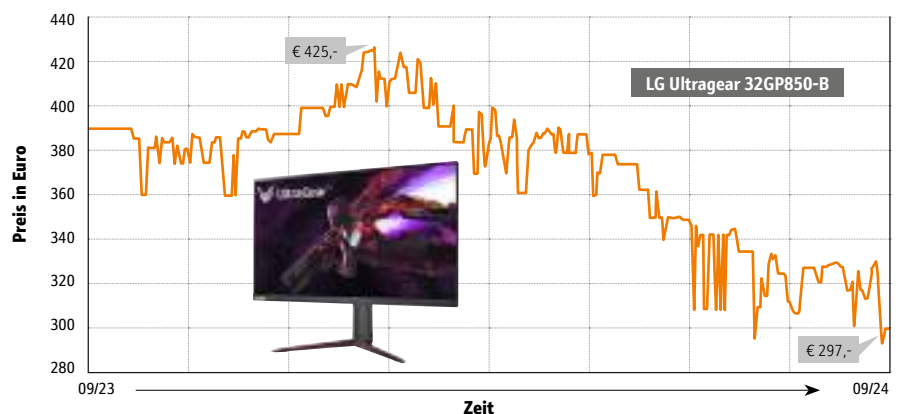


Bild: LG

PCGH-PCs bei Dubaro

Jetzt ab **500 Euro!**



Einfach.
Stressfrei.
Gut.

GRATIS MIT DABEI:



1 Gramm Hochleistungs-
WLP Carbonite Ultra

IM WERT VON 9,99 EUR

POWERED BY
PCGH

Jetzt konfigurieren:



www.pcgh.de/Dubaro-PCs



Einkaufsführer Grafikkarten

Preise: Stand 13.09.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGSTIPP PCGH SPAR-TIPP

Gaming-Grafikkarten

Nvidia Geforce	Circa-Preis	Grafik-speicher	3D-Taktung (GPU-Boost/RAM eff.)	Verbrauch (2D/Spiel maximal)	Länge/ (Slot-)Breite	Benötigte Stromstecker	Lautheit (2D/Spiel)	Wertung	Test in PCGH	PCGH-Preisvergleich
Asus RTX 4090 TUF Gaming OC	€ 1.950,-	24.576 MiB	2.565+/10.502 MHz	19/447 Watt	35,5/7,2 cm	1× 16 / 4× 8-Pol	0,0/2,4 Sone	1,38	01/2023	www.pcgh.de/preis/2816194
Gigabyte RTX 4090 Gaming OC	€ 1.850,-	24.576 MiB	2.535+/10.502 MHz	23/430 Watt	35,0/7,3 cm	1× 16 / 4× 8-Pol	0,0/2,5 Sone	1,40	01/2023	www.pcgh.de/preis/2816413
MSI RTX 4090 Suprim X	€ 2.100,-	24.576 MiB	2.625+/10.502 MHz	34/440 Watt	35,0/7,2 cm	1× 16 / 4× 8-Pol	0,0/1,7 Sone	1,42	01/2023	www.pcgh.de/preis/2820514
Nvidia RTX 4090 Founders Edition	€ 1.800,-	24.576 MiB	2.595+/10.502 MHz	23/442 Watt	30,5/6,0 cm	1× 16 / 4× 8-Pol	0,0/3,0 Sone	1,45	12/2022	www.pcgh.de/preis/2815453
Asus RTX 4080S ROG Strix OC	€ 1.320,-	16.384 MiB	2.640+/11.502 MHz	14/306 Watt	35,7/6,9 cm	1× 16 / 3× 8-Pol	0,0/0,4 Sone	1,70	04/2024	www.pcgh.de/preis/3096612
PNY RTX 4080S Epic-X RGB Triple Fan	€ 1.030,-	16.384 MiB	2.595+/11.502 MHz	12/315 Watt	32,6/6,8 cm	1× 16 / 3× 8-Pol	0,0/1,0 Sone	1,79	04/2024	www.pcgh.de/preis/3106991
MSI RTX 4080S 16G Suprim X	€ 1.310,-	16.384 MiB	2.640+/11.502 MHz	30/315 Watt	33,4/7,5 cm	1× 16 / 3× 8-Pol	0,0/0,5 Sone	1,80	04/2024	www.pcgh.de/preis/3101920
Nvidia RTX 4080S Founders Edition	€ 1.200,-	16.384 MiB	2.610+/11.502 MHz	17/307 Watt	30,5/6,0 cm	1× 16 / 3× 8-Pol	0,0/2,0 Sone	1,86	04/2024	www.pcgh.de/preis/3111180
Gigabyte RTX 4080S Aorus Master	€ 1.210,-	16.384 MiB	2.625+/11.502 MHz	17/310 Watt	35,5/7,2 cm	1× 16 / 3× 8-Pol	0,0/1,5 Sone	1,87	04/2024	www.pcgh.de/preis/3097164
Zotac RTX 4080S AMP Extreme	€ 1.270,-	16.384 MiB	2.610+/11.502 MHz	27/323 Watt	35,4/6,6 cm	1× 16 / 3× 8-Pol	0,0/1,4 Sone	1,88	04/2024	www.pcgh.de/preis/3104546
Gainward RTX 4080S Panther OC	€ 1.000,-	16.384 MiB	2.580+/11.502 MHz	16/305 Watt	32,8/6,2 cm	1× 16 / 2× 8-Pol	0,0/1,4 Sone	1,90	04/2024	www.pcgh.de/preis/3096980
Asus RTX 4070 TiS ROG Strix OC	€ 1.010,-	16.384 MiB	2.670+/10.502 MHz	12/292 Watt	33,6/6,2 cm	1× 16 / 3× 8-Pol	0,0/0,7 Sone	1,95	04/2024	www.pcgh.de/preis/3096712
Gigabyte RTX 4070 TiS Aorus Master	€ 960,-	16.384 MiB	2.670+/10.502 MHz	12/282 Watt	34,2/6,4 cm	1× 16 / 3× 8-Pol	0,0/0,6 Sone	2,01	04/2024	www.pcgh.de/preis/3097273
MSI RTX 4070 TiS 16G Ventus 3x	€ 850,-	16.384 MiB	2.640+/10.502 MHz	14/304 Watt	30,8/5,6 cm	1× 16 / 2× 8-Pol	0,0/1,0 Sone	2,06	04/2024	www.pcgh.de/preis/3101540
Palit RTX 4070 TiS GamingPro White OC	€ 900,-	16.384 MiB	2.655+/10.502 MHz	17/283 Watt	32,9/6,3 cm	1× 16 / 2× 8-Pol	0,0/0,9 Sone	2,09	04/2024	www.pcgh.de/preis/3103502
Zotac RTX 4070 TiS Trinity Black Edition	€ 830,-	16.384 MiB	2.535+/10.502 MHz	15/282 Watt	30,7/5,8 cm	1× 16 / 2× 8-Pol	0,0/1,2 Sone	2,10	04/2024	www.pcgh.de/preis/3103639
Asus RTX 4070S TUF Gaming OC	€ 690,-	12.288 MiB	2.715+/10.502 MHz	10/225 Watt	30,3/6,3 cm	1× 16 / 2× 8-Pol	0,0/1,2 Sone	2,19	07/2024	www.pcgh.de/preis/3097933
Gigabyte RTX 4070S Aorus Master	€ 720,-	12.288 MiB	2.850+/10.502 MHz	14/256 Watt	34,2/7,3 cm	1× 16 / 2× 8-Pol	0,0/1,7 Sone	2,22	07/2024	www.pcgh.de/preis/3097350
Nvidia RTX 4070S Founders Edition	€ 660,-	12.288 MiB	2.600+/10.502 MHz	10/231 Watt	24,3/4,0 cm	1× 16 / 2× 8-Pol	0,0/2,1 Sone	2,28	03/2024	www.pcgh.de/preis/3104706
Gainward RTX 4070 Super Ghost	€ 580,-	12.288 MiB	2.580+/10.502 MHz	16/225 Watt	27,0/3,7 cm	1× 16 / 2× 8-Pol	0,0/2,5 Sone	2,30	07/2024	www.pcgh.de/preis/3097100
Zotac RTX 4070S Trinity Black Edition	€ 650,-	12.288 MiB	2.580+/10.502 MHz	16/225 Watt	30,3/5,4 cm	1× 16 / 2× 8-Pol	0,0/1,1 Sone	2,32	07/2024	www.pcgh.de/preis/3098428
AMD Radeon	Circa-Preis	Grafik-speicher	3D-Taktung (GPU-Boost/RAM eff.)	Verbrauch (2D/Spiel maximal)	Länge/ (Slot-)Breite	Benötigte Stromstecker	Lautheit (2D/Spiel)	Wertung	Test in PCGH	PCGH-Preisvergleich
AMD RX 7900 XTX*	€ 1.080,-	24.576 MiB	2.200+/10.000 MHz	17/350 Watt	28,8/4,7 cm	2× 8-Pol	0,0/3,3 Sone	1,94	02/2023	https://shop-eu-en.amd.com
AMD RX 7900 XT*	€ 810,-	20.480 MiB	2.150+/10.000 MHz	15/313 Watt	27,7/4,7 cm	2× 8-Pol	0,0/1,3 Sone	2,15	02/2023	https://shop-eu-en.amd.com
Sapphire RX 7900 GRE Pulse	€ 700,-	16.384 MiB	2.220+/9.000 MHz	9/263 Watt	32,0/5,0 cm	2× 8-Pol	0,0/0,5 Sone	2,20	07/2024	www.pcgh.de/preis/3108460
Powercolor RX 7900 GRE Hellhound	€ 580,-	16.384 MiB	2.300+/9.000 MHz	10/287 Watt	32,0/5,2 cm	2× 8-Pol	0,0/0,5 Sone	2,22	07/2024	www.pcgh.de/preis/3113427
Asrock RX 7900 GRE Steel Legend	€ 600,-	16.384 MiB	2.300+/9.000 MHz	10/285 Watt	30,2/5,4 cm	2× 8-Pol	0,0/0,9 Sone	2,23	07/2024	www.pcgh.de/preis/3106334
Asus RX 7800 XT TUF Gaming OC	€ 560,-	16.384 MiB	2.440+/9.750 MHz	9/270 Watt	31,5/5,9 cm	2× 8-Pol	0,0/0,6 Sone	2,24	07/2024	www.pcgh.de/preis/3010520
XFX RX 7900 GRE Merc 310	€ 640,-	16.384 MiB	2.300+/9.000 MHz	10/306 Watt	34,0/5,0 cm	2× 8-Pol	0,0/0,8 Sone	2,25	07/2024	www.pcgh.de/preis/3117771
Sapphire RX 7800 XT Nitro+	€ 530,-	16.384 MiB	2.420+/9.750 MHz	11/276 Watt	32,0/6,3 cm	2× 8-Pol	0,0/0,7 Sone	2,29	07/2024	www.pcgh.de/preis/3010430
Acer RX 7800 XT Nitro OC	€ 470,-	16.384 MiB	2.480+/9.750 MHz	9/287 Watt	27,6/5,0 cm	2× 8-Pol	0,0/1,3 Sone	2,30	07/2024	www.pcgh.de/preis/3125100
AMD RX 7900 GRE*	Nur OEM	16.384 MiB	2.000+/9.000 MHz	10/252 Watt	26,7/4,7 cm	2× 8-Pol	0,0/1,8 Sone	2,33	07/2024	https://www.memorypc.de
Gigabyte RX 7800 XT Gaming OC	€ 500,-	16.384 MiB	2.490+/9.750 MHz	8/300 Watt	30,0/5,4 cm	2× 8-Pol	0,0/3,7 Sone	2,35	07/2024	www.pcgh.de/preis/3010852
AMD RX 7800 XT*	€ 540,-	16.384 MiB	2.300+/9.750 MHz	9/248 Watt	26,7/4,7 cm	2× 8-Pol	0,0/1,9 Sone	2,43	10/2023	https://shop-eu-en.amd.com
AMD RX 7600*	€ 290,-	8.192 MiB	2.400+/9.000 MHz	6/164 Watt	20,4/3,8 cm	1× 8-Pol	0,0/1,6 Sone	2,74	07/2023	https://shop-eu-en.amd.com
Intel Arc	Circa-Preis	Grafik-speicher	3D-Taktung (GPU-Boost/RAM eff.)	Verbrauch (2D/Spiel maximal)	Länge/ (Slot-)Breite	Benötigte Stromstecker	Lautheit (2D/Spiel)	Wertung	Test in PCGH	PCGH-Preisvergleich
A770 Limited Edition	N. Lieferb.	16.384 MiB	2.100+/8.750 MHz	47/230 Watt	26,9/3,5 cm	1× 8-1× 6-Pol	0,1/2,5 Sone	2,84	12/2022	www.pcgh.de/preis/2818267
A750 Limited Edition	€ 260,-	8.192 MiB	2.250+/8.000 MHz	42/226 Watt	26,9/3,5 cm	1× 8-1× 6-Pol	0,1/2,6 Sone	2,99	12/2022	www.pcgh.de/preis/2825703

*Beliebiges Modell im Referenzdesign („Made by AMD“, MBA); bis auf Beigaben und Garantiebedingungen sind diese gleichwertig.

Die besten Schnäppchen

Der PCGH-Schnäppchenführer
Die besten Hardware-, Spiele- und
Filmschnäppchen – täglich aktualisiert!
www.pcgh.de/spartipps



ANZEIGE



Einkaufsführer Prozessoren & RAM

Preise: Stand 13.09.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH SPAR-TIPP

Prozessoren

Prozessoren	Preis	Leistung*	Strom- verbr.**	Kerne	IGP	Taktfrequenz (Boost)	Ferti- gung	RAM	Socket	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Noten, Leistungsdaten und Werte auf Basis des CPU-Index für Spiele und Anwendungen												
AMD Ryzen 9 7950X3D	Ca. € 550,-	97,4 %/86,8 %	67/116	16c/32t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	4,20 GHz (5,70 GHz)	TSMC N5	DDR5-5200	AM5	1,95	***	www.pcgh.de/preis/2871976
AMD Ryzen 9 9950X	Ca. € 660,-	87,3 %/100,0 %	116/179	16c/32t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	4,30 GHz (5,70 GHz)	TSMC N4	DDR5-5600	AM5	2,13	***	www.pcgh.de/preis/3202478
Intel Core i9-14900K	Ca. € 530,-	95,2 %/86,9 %	127/174	8p+16e/32t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,20/2,40 GHz (6,00/4,40 GHz)	Intel 7+	DDR5-5600/DDR4-3200	1700	2,19	***	www.pcgh.de/preis/3043102
AMD Ryzen 7 7800X3D	Ca. € 400,-	100,0 %/57,4 %	49/74	8c/16t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	4,20 GHz (5,00 GHz)	TSMC N5	DDR5-5200	AM5	2,21	***	www.pcgh.de/preis/2872148
Intel Core i9-13900K	Ca. € 500,-	93,5 %/81,9 %	126/178	8p+16e/32t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,00/2,20 GHz (5,80/4,30 GHz)	Intel 7+	DDR5-5600/DDR4-3200	1700	2,31	***	www.pcgh.de/preis/2810039
AMD Ryzen 9 9900X	Ca. € 470,-	81,2 %/85,6 %	97/150	12c/24t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	4,40 GHz (5,60 GHz)	TSMC N4	DDR5-5600	AM5	2,32	***	www.pcgh.de/preis/3202550
Intel Core i7-14700K	Ca. € 400,-	93,5 %/78,7 %	124/180	8p+12e/28t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,40/2,50 GHz (5,60/4,30 GHz)	Intel 7+	DDR5-5600/DDR4-3200	1700	2,37	***	www.pcgh.de/preis/3043151
AMD Ryzen 9 7950X	Ca. € 470,-	79,5 %/90,1 %	102/187	16c/32t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	4,50 GHz (5,80 GHz)	TSMC N5	DDR5-5200	AM5	2,43	***	www.pcgh.de/preis/2801222
AMD Ryzen 7 9700X	Ca. € 360,-	84,4 %/66,0 %	82/83	8c/16t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	3,80 GHz (5,50 GHz)	TSMC N4	DDR5-5600	AM5	2,47	***	www.pcgh.de/preis/3202557
NEU AMD Ryzen 5 7600X3D	Ca. € 320,-	90,7 %/47,3 %	49/57	6c/12t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	4,10 GHz (4,75 GHz)	TSMC N5	DDR5-5200	AM5	2,48	***	www.pcgh.de/preis/2801237
Intel Core i7-13700K	Ca. € 335,-	92,5 %/70,8 %	125/177	8p+8e/24t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,40/2,50 GHz (5,40/4,20 GHz)	Intel 7+	DDR5-5600/DDR4-3200	1700	2,51	***	www.pcgh.de/preis/2810156
Intel Core i5-14600K	Ca. € 280,-	90,4 %/65,8 %	108/151	6p+8e/20t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,50/2,60 GHz (5,30/4,00 GHz)	Intel 7+	DDR5-5600/DDR4-3200	1700	2,58	***	www.pcgh.de/preis/3043173
AMD Ryzen 9 7900	Ca. € 335,-	74,9 %/69,2 %	81/86	12c/24t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	3,70 GHz (5,40 GHz)	TSMC N5	DDR5-5200	AM5	2,59	***	www.pcgh.de/preis/2871172
Intel Core i5-13600K	Ca. € 270,-	89,3 %/64,7 %	104/150	6p+8e/20t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,50/2,60 GHz (5,10/3,90 GHz)	Intel 7+	DDR5-5600/DDR4-3200	1700	2,61	***	www.pcgh.de/preis/2810186
AMD Ryzen 5 9600X	Ca. € 285,-	79,6 %/57,4 %	76/86	6c/12t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	3,90 GHz (5,40 GHz)	TSMC N4	DDR5-5600	AM5	2,72	***	www.pcgh.de/preis/3202564
AMD Ryzen 7 7700X	Ca. € 270,-	77,4 %/59,9 %	77/118	8c/16t	RDNA2 (2 CU/128 SP)	4,50 GHz (5,50 GHz)	TSMC N5	DDR5-5200	AM5	2,80	***	www.pcgh.de/preis/2801229
Intel Core i5-14600	Ca. € 270,-	76,3 %/54,1 %	66/78	6p+8e/20t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	2,70/2,00 GHz (5,20/3,90 GHz)	Intel 7+	DDR5-5600/DDR4-3200	1700	2,81	***	www.pcgh.de/preis/3096172
Intel Core i9-12900K	Ca. € 300,-	77,7 %/64,6 %	115/165	8p+8e/24t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,20/2,40 GHz (5,20/3,90 GHz)	Intel 7	DDR5-4400/DDR4-3200	1700	2,89	***	www.pcgh.de/preis/2613475
Intel Core i5-12600K	Ca. € 185,-	69,1 %/51,4 %	78/114	6p+4e/16t	UHD 770 (2 Xe/32 EU/256 SP)	3,60/2,80 GHz (4,90/3,60 GHz)	Intel 7	DDR5-4400/DDR4-3200	1700	3,05	***	www.pcgh.de/preis/2613572
Intel Core i5-14400	Ca. € 230,-	64,4 %/43,6 %	63/73	6p+4e/16t	UHD 730 (2 Xe/24 EU/256 SP)	2,50/1,80 GHz (4,70/3,50 GHz)	Intel 7	DDR5-4400/DDR4-3200	1700	3,27	***	www.pcgh.de/preis/3096368

* Normierte, gewichtete Leistung in Spielen/Anwendungen ** Prozessor-Verbrauch in Watt (Ø Spiele/Ø Anwendungen) *** Nachtest

Arbeitsspeicher (Wertungen von DDR5- und DDR4-RAM nicht miteinander vergleichbar!)

DDR5 (ab 64 GiByte)	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Latenzen	Aufbau*	Spannung	LEDs	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
PCGH Kingston Fury Beast	KF560C36BBEK2-64	Ca. € 195,-	2× 32 GiByte DDR5-6000	36-38-38-80	Dual Rank	1,35 Volt	Nein	2,50	04/24	www.pcgh.de/preis/2876917
G.Skill Ripjaws S5	F5-6400J3239G32GX2-R5SK	Ca. € 215,-	2× 32 GiByte DDR5-6400	32-39-39-102	Dual Rank	1,40 Volt	Nein	2,55	04/24	www.pcgh.de/preis/2922436
DDR5 (48 GiByte)	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Latenzen	Aufbau*	Spannung	LEDs	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Patriot Viper Xtreme 5 RGB	PVXR548G80C38K	Ca. € 290,-	2× 24 GiByte DDR5-8000	38-48-48-84	Single Rank	1,45 Volt	Ja	2,06	04/24	www.pcgh.de/preis/3033307
Teamgroup T-Force Xtremem	FFXD548G8200HC38EDC01	Ca. € 295,-	2× 24 GiByte DDR5-8200	38-49-49-84	Single Rank	1,40 Volt	Nein	2,10	04/24	www.pcgh.de/preis/3033301
G.Skill Trident Z5 RGB	F5-8000J4048F24GX2-TZ5RW	Ca. € 285,-	2× 24 GiByte DDR5-8000	40-48-48-128	Single Rank	1,35 Volt	Ja	2,13	04/24	www.pcgh.de/preis/2988627
Corsair Dominator Titanium RGB	CMP48GX5M2X8000C38	Ca. € 290,-	2× 24 GiByte DDR5-8000	38-48-48-98	Single Rank	1,40 Volt	Ja	2,16	04/24	Nur im Corsair-Webshop
G.Skill Trident Z5 RGB	F5-6800J3446F24GX2-TZ5RK	Ca. € 225,-	2× 24 GiByte DDR5-6800	34-46-46-108	Single Rank	1,35 Volt	Ja	2,58	04/24	www.pcgh.de/preis/2962086
DDR5 (32 GiByte)	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Latenzen	Aufbau*	Spannung	LEDs	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Kingston Fury Renegade RGB	KF580C38RWAK2-32	Ca. € 270,-	2× 16 GiByte DDR5-8000	38-48-48-128	Single Rank	1,45 Volt	Ja	2,17	06/24	www.pcgh.de/preis/3043870
Corsair Dominator Titanium RGB	CMP32GX5M2X7200C34W	Ca. € 200,-	2× 16 GiByte DDR5-7200	34-44-44-96	Single Rank	1,45 Volt	Ja	2,23	06/24	www.pcgh.de/preis/3028287
Kingston Fury Renegade RGB	KF572C38RSK2-32	Ca. € 185,-	2× 16 GiByte DDR5-7200	38-44-44-105	Single Rank	1,45 Volt	Ja	2,26	06/24	www.pcgh.de/preis/2858286
PCGH Teamgroup T-Create Expert	CTCED532G7200HC34ADC01	Ca. € 110,-	2× 16 GiByte DDR5-7200	34-42-42-84	Single Rank	1,40 Volt	Nein	2,39	06/24	www.pcgh.de/preis/3114035
Goodram Irdm	IR-6800D564L34S/32GDC	Ca. € 120,-	2× 16 GiByte DDR5-6800	34-40-40-80	Single Rank	1,45 Volt	Nein	2,44	06/24	www.pcgh.de/preis/3030893
Adata XPG Lancer RGB	AX5U6000C3016G-DCLARBK	Ca. € 125,-	2× 16 GiByte DDR5-6000	30-40-40-76	Single Rank	1,35 Volt	Ja	2,48	06/24	www.pcgh.de/preis/2869872
DDR4	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Latenzen	Aufbau*	Spannung	LEDs	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
G.Skill Trident Z Royal	F4-4400C17D-32GTRS	N. lieferbar	2× 16 GiByte DDR4-4400	17-18-18-38	Dual Rank	1,50 Volt	Ja	1,73	08/21	www.pcgh.de/preis/2533957
PCGH Mushkin Redline Lumina	MLA4C360GKPK32GX2	Ca. € 190,-	2× 32 GiByte DDR4-3600	16-19-19-39	Dual Rank	1,40 Volt	Ja	2,51	04/22	www.pcgh.de/preis/2593446
Kingston Fury Beast RGB	KF436C18BBK2/64	N. lieferbar	2× 32 GiByte DDR4-3600	18-22-22-39	Dual Rank	1,35 Volt	Ja	2,67	04/22	www.pcgh.de/preis/2564488
Kingston Fury Renegade RGB	KF436C16RBIK2/32	N. lieferbar	2× 16 GiByte DDR4-3600	16-20-20-39	Dual Rank	1,35 Volt	Ja	2,70	04/22	www.pcgh.de/preis/2564469
PCGH Corsair Vengeance RGB Pro SL	CMH32GX4M2D3600C18	Ca. € 80,-	2× 16 GiByte DDR4-3600	18-22-22-42	Dual Rank	1,35 Volt	Ja	2,75	08/21	www.pcgh.de/preis/2460384

* Aufbau von den meisten Herstellern nicht garantiert, Abweichungen möglich



Einkaufsführer Kühlung

Preise: Stand 16.09.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH SPAR-TIPP

Lüfter (neues Testsystem)

120-mm-Lüfter	Preis	Drehzahl 100 %	Anschluss/ Kabellänge	Kühlleist. als Gehäuselüfter (Kelvin)* 0,2 0,3 0,5 1,0 2,0 Sone Vollast	Kühlleist. als Radiatorlüfter (Kelvin)** 0,2 0,3 0,5 1,0 2,0 Sone Vollast	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Phanteks T30	Ca. € 63,-	2.990 U/min	4-Pin PWM/63 cm		20,6 19,4 18,2 16,1 13,7 10,7	1,51	11/2024	www.pcgh.de/preis/2582010
Be Quiet Silent Wings Pro 4	Ca. € 28,-	2.950 U/min	4-Pin PWM/53 cm	49,9 48,2 44,7 43,2 40,4 37,2	20,9 20,2 18,7 17,1 14,4 12,5	1,63	10/2023	www.pcgh.de/preis/2763758
Endorfy Fluctus 120 PWM	Ca. € 14,-	1.900 U/min	4-Pin PWM/64 cm		21,8 20,5 18,5 16,4 - 14,9	1,70	11/2023	www.pcgh.de/preis/2843331
Cooler Master Mobius 120P	Ca. € 30,-	2.430 U/min	4-Pin PWM/31 cm	47,8 46,1 43,3 41,3 38,7 38,0	20,6 19,6 18,1 15,9 13,8 13,1	1,71	10/2023	www.pcgh.de/preis/2807712
Lian Li Uni Fan P28	Ca. € 26,-	2.600 U/min	4-Pin PWM/52 cm	-	22,3 20,2 18,8 16,2 14,1 12,0	1,76	11/2024	www.pcgh.de/preis/2948395
Noctua NF-A12x25	Ca. € 31,-	2.123 U/min	4-Pin PWM/53 cm	47,7 47,4 46,2 43,6 - 40,5	22,0 20,6 18,9 16,3 - 14,6	1,78	10/2023	www.pcgh.de/preis/1813140
Corsair RS120 Max	Ca. € 30,-	2.010 U/min	4-Pin PWM/62 cm	-	21,3 19,6 18,1 15,8 14,3 13,7	1,92	11/2024	www.pcgh.de/preis/3188112
Be Quiet Silent Wings 4	Ca. € 22,-	1.620 U/min	4-Pin PWM/51 cm	49,7 48,8 45,7 - - 44,6	22,1 20,8 19,3 - - 18,8	2,14	10/2023	www.pcgh.de/preis/2763710
Arctic P12 PST (Ref. 3)	Ca. € 5,-	2.005 U/min	4-Pin PWM/36 cm	50,8 49,5 45,6 44,1 - 42,0	23,4 21,0 19,2 17,0 - 16,4	2,34	10/2023	www.pcgh.de/preis/1920159
Deepcool FK120	Ca. € 10,-	1.936 U/min	4-Pin PWM/28 cm	50,8 48,2 46,1 44,0 41,2 39,9	22,1 20,3 19,1 16,5 14,8 14,4	2,34	10/2023	www.pcgh.de/preis/2731342
MSI Silent Gale P12	Ca. € 39,-	1.970 U/min	4-Pin PWM/69 cm		23,9 22,6 20,3 18,0 - 16,4	2,43	11/2024	www.pcgh.de/preis/2622175
Montech Metal 120 PWM	Ca. € 10,-	2.120 U/min	4-Pin PWM/37 cm	-	25,1 22,8 21,3 18,5 16,2 15,1	2,49	11/2024	www.pcgh.de/preis/3089692
Hyte THICC FP12	Ca. € 30,-	3.035 U/min	Proprietär/63 cm	-	26,2 24,2 22,1 19,8 16,6 11,4	2,54	11/2024	www.pcgh.de/preis/3174503
Arctic P12 Max	Ca. € 7,-	3.420 U/min	4-Pin PWM/43 cm	- 55,0 49,7 44,7 41,2 35,3	- 24,6 21,8 17,8 15,1 12,0	2,57	10/2023	www.pcgh.de/preis/2902291
Alphacool Apex Stealth	Ca. € 27,-	3.060 U/min	4-Pin-PWM/54 cm	55,7 52,7 49,7 46,2 42,7 38,9	27,0 24,2 21,2 17,8 15,2 12,3	2,60	03/2024	www.pcgh.de/preis/3038785
Alpenföhn Jetstream	Ca. € 18,-	1.640 U/min	4-Pin PWM/45 cm	55,8 51,5 49,7 45,1 - 41,3	26,9 24,5 20,7 18,0 - 16,3	2,71	10/2023	www.pcgh.de/preis/2939420
Corsair RX120 RGB	Ca. € 31,-	2.105 U/min	Proprietär/20 cm	-	28,2 26,3 23,3 19,7 16,5 13,9	2,77	11/2024	www.pcgh.de/preis/3142221
Seasonic Magflow	Ca. € 27,-	2.037 U/min	4-Pin PWM/70 cm	55,9 51,8 48,2 45,1 41,9 40,1	26,6 26,1 23,7 18,1 15,5 14,4	2,79	10/2023	www.pcgh.de/preis/2875269
Be Quiet Pure Wings 3	Ca. € 9,-	1.570 U/min	4-Pin PWM/47 cm	-	26,6 24,5 21,4 18,4 - 17,6	2,80	11/2024	www.pcgh.de/preis/3049951
Asus ROG Strix HF 120	Ca. € 14,-	1.845 U/min	4-Pin PWM/51 cm	-	27,5 26,6 23,8 20,5 17,3 17,3	2,88	11/2024	www.pcgh.de/preis/2511574
APNX FP2-120	Ca. € 20,-	1.900 U/min	4-Pin PWM/45 cm	-	27,1 26,3 23,8 20,8 18,2 14,5	2,99	11/2024	www.pcgh.de/preis/3050406
Sharkoon Silent Storm	Ca. € 11,-	1.345 U/min	4-Pin PWM/46 cm	55,2 52,1 49,4 46,2 - 45,7	24,9 23,5 21,6 19,4 - 18,7	3,02	10/2023	www.pcgh.de/preis/2727353
Noiseblocker NB-eLoop X	Ca. € 29,-	1.520	4-Pin PWM/79 cm	-	27,8 26,5 23,3 20,4 - 18,3	3,07	11/2023	www.pcgh.de/preis/2191772
Corsair QX120	Ca. € 41,-	-	Proprietär/-	59,0 55,9 51,7 48,5 44,2 41,1	27,7 23,8 21,3 19,7 17,1 15,0	3,21	10/2023	www.pcgh.de/preis/2976271
Jonsbo ZF-120 (*3)	Ca. € 86,-	1.430 U/min	4-Pin PWM/52 cm	-	27,9 26,1 24,7 21,1 - 17,5	3,24	11/2024	www.pcgh.de/preis/2915438
Jonsbo HF120	Ca. € 19,-	1.955 U/min	4-Pin PWM/42 cm	-	31,8 30,8 28,6 22,5 19,0 17,0	3,68	11/2024	www.pcgh.de/preis/2674331
NZXT F120RGB DUO	Ca. € 29,-	1.870 U/min	4-Pin PWM/62 cm	-	30,5 29,0 27,6 24,6 21,2 19,3	3,84	11/2024	www.pcgh.de/preis/2902919

*Temperaturdifferenz CPU/Luft, niedriger ist besser, Wärmequelle: 10900K (120 W PP) **Auf Alphacool-Nexxos-ST30-120-mm-Radiator, Temperaturdifferenz Wasser/Luft, niedriger ist besser, Wärmequelle: 12900K (200 W PP)

CPU-Kühler (neues Testsystem)

Produkt	Preis	Maße (H × B × T); Gewicht	Temperaturdiff. CPU-Kerne/Umgebungs- luft bei: 0,2 0,3 0,5 1,0 2,0 Sone*	Temperaturdiff./Laut- heit unter Vollast	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Noctua NH-D15 G2	Ca. € 150,-	168 × 150 × 152 mm; 1553 g	38,2 37,4 35,9 34,4 33,1 Kelvin	32,0 Kelvin/3,2 Sone	1,25	09/2024	www.pcgh.de/preis/3221674
Corsair A115	Ca. € 105,-	165 × 153 × 155 mm; 1553 g	37,9 37,2 35,5 33,9 32,4 Kelvin	29,7 Kelvin/4,4 Sone	1,29	08/2024	www.pcgh.de/preis/3104644
Cooler Master Masterair MA824	Ca. € 90,-	166 × 151 × 162 mm; 1485 g	38,9 37,3 35,5 34,4 32,9 Kelvin	32,5 Kelvin/2,6 Sone	1,34	01/2024	www.pcgh.de/preis/2976519
Be Quiet Dark Rock Elite	Ca. € 105,-	168 × 136 × 145 mm; 1339 g	38,6 37,7 36,6 35,6 34,6 Kelvin	34,2 Kelvin/2,7 Sone	1,37	01/2024	www.pcgh.de/preis/3038733
Noctua NH-D15	Ca. € 110,-	168 × 150 × 161 mm; 1319 g	39,4 38,7 37,4 36,0 35,0 Kelvin	34,3 Kelvin/3,0 Sone	1,43	01/2024	www.pcgh.de/preis/1098241
Deepcool Assassin IV	Ca. € 95,-	144 × 147 × 164 mm; 1391 g	40,5 40,1 38,3 36,3 34,7 Kelvin	33,2 Kelvin/3,7 Sone	1,46	01/2024	www.pcgh.de/preis/2976866
Be Quiet Dark Rock Pro 5	Ca. € 80,-	168 × 136 × 145 mm; 1287 g	39,1 38,4 37,5 36,5 35,4 Kelvin	35,1 Kelvin/2,3 Sone	1,47	01/2024	www.pcgh.de/preis/3038718
Be Quiet Dark Rock 5	Ca. € 65,-	161 × 136 × 101 mm; 1034 g	40,0 39,6 38,1 36,4 - Kelvin	35,0 Kelvin/1,4 Sone	1,54	08/2024	www.pcgh.de/preis/3207473
Arctic Freezer 36	Ca. € 20,-	159 × 126 × 104 mm; 894 g	39,3 38,4 37,1 35,6 34,1 Kelvin	33,9 Kelvin/2,3 Sone	1,59	07/2024	www.pcgh.de/preis/3144218
Thermalright Peerless Assassin 120 SE	Ca. € 35,-	155 × 125 × 135 mm; 981 g	39,4 39,0 38,0 36,3 35,0 Kelvin	33,9 Kelvin/2,7 Sone	1,63	08/2024	www.pcgh.de/preis/2647175
Jonsbo HX7280	Ca. € 80,-	155 × 140 × 160 mm; 1747 g	43,2 40,8 38,8 36,6 35,2 Kelvin	33,1 Kelvin/5,9 Sone	1,79	01/2024	www.pcgh.de/preis/2685015
Montech Metal DT24 Premium	Ca. € 80,-	158 × 124 × 134 mm; 1256 g	41,6 41,1 39,7 37,6 36,7 Kelvin	35,5 Kelvin/3,3 Sone	1,82	01/2024	www.pcgh.de/preis/2856404
Arctic Freezer 34 eSports DUO	Ca. € 45,-	157 × 124 × 103 mm; 745 g	42,0 41,2 39,4 38,4 36,8 Kelvin	35,5 Kelvin/2,6 Sone	1,91	01/2024	www.pcgh.de/preis/2183330
Alpenföhn Brocken 4 Max	Ca. € 85,-	158 × 127 × 129 mm; 1112 g	45,8 43,4 41,2 39,4 - Kelvin	37,9 Kelvin/1,9 Sone	2,16	01/2024	www.pcgh.de/preis/2907687

*Temperaturdifferenz, niedriger ist besser, Wärmequelle: 12900K (150 W Package Power)

CPU-Kühler (altes Testsystem)

Produkt	Preis	Maße (B × H × T); Gewicht	CPU-Temp. 1,0 Sone	CPU-Temp., (100/75/50%)	Lautheit (100/75/50%)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Be Quiet Dark Rock Pro 4	N. verfüg.	136 × 163 × 146 mm; 1.150 g	49,8 °C (1.320 U/min)	48,5/51,0/57,7 °C	1,4/0,4/0,1 Sone*	1,81	08/2018	www.pcgh.de/preis/1794846
Noctua NH-D15	Ca. € 110,-	151 × 175 × 162 mm; 1.310 g	49,3 °C (1.110 U/min)	47,5/49,9/53,8 °C	2,7/0,9/0,1 Sone	1,86	08/2018	www.pcgh.de/preis/1098241
Noctua NH-U12A	Ca. € 120,-	127 × 159 × 113 mm; 1.150 g	50,3 °C (1.500 U/min)	48,4/50,7/56,7 °C	2,4/0,8/0,1 Sone	1,87	05/2019	www.pcgh.de/preis/2015118
Noctua NH-U14S	Ca. € 90,-	152 × 166 × 80 mm; 938 g	49,4 °C (1.220 U/min)	47,9/50,8/57,1 °C	1,7/0,7/0,1 Sone	1,88	08/2018	www.pcgh.de/preis/929404
Thermalright Le Grand Macho RT	Ca. € 55,-	150 × 162 × 148 mm; 1.110 g	50,1 °C (1.280 U/min)	50,1/52,8/59,1 °C	1,0/0,2/0,1 Sone	1,92	08/2018	www.pcgh.de/preis/1442034
Be Quiet Dark Rock 4	Ca. € 70,-	136 × 162 × 96 mm; 910 g	50,6 °C (1.260 U/min)	50,1/53,1/62,8 °C	1,3/0,4/0,1 Sone*	2,10	08/2018	www.pcgh.de/preis/1794867
Be Quiet Pure Rock 2	Ca. € 35,-	132 × 154 × 89 mm; 620 g	51,7 °C (1.410 U/min)	50,4/53,9/63,1 °C	1,5/0,5/0,1 Sone	2,17	10/2020	www.pcgh.de/preis/2279763
Noctua NH-U12S chromax.black	Ca. € 90,-	144 × 157 × 89 mm; 750 g	53,6 °C (1.260 U/min)	52,2/56,1/65,7 °C	1,4/0,6/0,1 Sone	2,20	10/2020	www.pcgh.de/preis/2152745

* Messung mit analoger Ansteuerung. Bei PWM-Ansteuerung gegebenenfalls zusätzliche Störgeräusche.



Einkaufsführer Wasserkühlung & Mainboards

Preise: Stand 16.09.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH SPAR-TIPP

CPU-Kompaktwasserkühlungen (240 mm)

Produkt	Preis	Radiator-Maße (L × B × D); Gewicht	Pumpenlaut- heit 100%	Temperaturdiff. CPU-Kerne/Umgebungs- luft bei: 0,2 0,3 0,5 1,0 2,0 Sone*	Temperaturdiff./Laut- heit unter Vollast	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Cooler Master M.Liq. 240 At.	Ca. € 130,-	277 × 120 × 27 mm; 1.130 g	0,2 Sone	43,6 42,7 41,6 39,6 38,9 Kelvin	37,7 Kelvin/3,9 Sone	1,38	06/2024	www.pcgh.de/preis/3025755
Endorfy Navis F240 ARGB	Ca. € 100,-	277 × 120 × 27 mm; 1.138 g	0,3 Sone	47,1 45,3 42,2 41,4 39,9 Kelvin	39,3 Kelvin/2,6 Sone	1,69	06/2024	www.pcgh.de/preis/2919602
PCGH Arctic Liquid Freezer II 240	Ca. € 100,-	277 × 120 × 38 mm; 1.278 g	0,1 Sone	45,9 45,0 43,6 41,9 - Kelvin	41,0 Kelvin/1,5 Sone	1,71	05/2024	www.pcgh.de/preis/2152684
Be Quiet Pure Loop 2 240 mm	Ca. € 95,-	277 × 120 × 27 mm; 1.080 g	0,1 Sone	48,4 47,1 45,4 43,6 41,6 Kelvin	40,8 Kelvin/3,4 Sone	1,86	05/2024	www.pcgh.de/preis/3027997
Phanteks Glacier One 240 D30	Ca. € 150,-	277 × 120 × 27 mm; 1.304 g	0,3 Sone	49,4 48,3 45,9 43,6 41,8 Kelvin	40,4 Kelvin/3,2 Sone	1,90	06/2024	www.pcgh.de/preis/2999553
PCGH Arctic Liquid Freezer III 240	Ca. € 60,-	277 × 120 × 38 mm; 1.435 g	0,6 Sone	46,3 45,2 43,6 42,0 - Kelvin	40,3 Kelvin/1,8 Sone	1,93	05/2024	www.pcgh.de/preis/3128810
Enermax Liqmaxflo 240 ARGB	Ca. € 80,-	280 × 120 × 38 mm; 1.401 g	1,0 Sone	47,1 45,9 43,5 41,8 40,2 Kelvin	39,8 Kelvin/2,2 Sone	1,99	05/2024	www.pcgh.de/preis/3046280
Asus Rog Strix LC III 240	Ca. € 185,-	275 × 120 × 27 mm; 1.113 g	0,5 Sone	49,2 47,8 45,9 43,1 41,5 Kelvin	39,7 Kelvin/5,0 Sone	1,99	06/2024	www.pcgh.de/preis/3123075
MSI Coreliquid E240	Ca. € 90,-	277 × 120 × 27 mm; 1.238 g	0,3 Sone	50,4 49,1 46,7 44,1 42,4 Kelvin	40,5 Kelvin/4,4 Sone	2,04	06/2024	www.pcgh.de/preis/3021603
Alphacool Core Ocean T38	Ca. € 65,-	277 × 120 × 38 mm; 1.233 g	1,0 Sone	48,0 47,4 45,5 42,7 40,3 Kelvin	36,2 Kelvin/8,1 Sone	2,13	05/2024	www.pcgh.de/preis/2829552
Deepcool Mystique 240	Ca. € 110,-	282 × 120 × 27 mm; 1.328 g	0,8 Sone	45,9 45,1 43,2 41,8 40,1 Kelvin	37,8 Kelvin/5,0 Sone	2,17	06/2024	www.pcgh.de/preis/3118676
Hyte THICC Q60	Ca. € 300,-	289 × 120 × 52 mm; 2.382 g	0,9 Sone	50,6 48,4 45,7 43,5 41,5 Kelvin	37,0 Kelvin/11,6 Sone	2,28	06/2024	www.pcgh.de/preis/2956605
Kolink Umbra Void 240 ARGB	Ca. € 75,-	277 × 120 × 27 mm; 1.126 g	0,5 Sone	54,7 52,4 50,0 47,4 44,5 Kelvin	40,0 Kelvin/6,9 Sone	2,48	05/2024	www.pcgh.de/preis/3004004
Sharkoon S80 RGB	Ca. € 90,-	272 × 121 × 27 mm; 1.276 g	0,6 Sone	52,9 51,0 49,7 47,5 44,8 Kelvin	42,3 Kelvin/5,0 Sone	2,56	05/2024	www.pcgh.de/preis/2959978

Temperatur- und Lautheitsmessungen nicht wie bei Luftkühlern, das Benetzungssystem weicht ab. Wertung nicht vergleichbar! *Temperaturdifferenz, niedriger ist besser, Wärmequelle: 12900K (200 W Package Power)

Mainboards für AMD- und Intel-Prozessoren, diverse Sockel

Sockel AM4 (mit Ryzen 3000/5000)	Preis	IOH/ Format	PCI-E CPU (4.0. APUs 3.0) & IOH (X570: 4.0; B550: 3.0)	M.2-Anbindung	Audio- Codec	USB extern/intern 3.2 3.1 3.0 2.0	Lüfter (PWM)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
PCGH Asrock B550 Steel Legend	Ca. € 160,-	B550/ATX	×16 & ×1/×4/×1	4.0×4; 3.0×2**	ALC1220	0/0 2/0 2/3 4/4	7 (7×)	2,21	09/2020	www.pcgh.de/preis/2295849
Asus TUF B550M-Plus	Ca. € 120,-	B550/µATX	×16 & ×1/×4	4.0×4; 3.0×4	S1200A	0/0 2/0 4/2 2/4	4 (4×)	2,39	03/2021	www.pcgh.de/preis/2295451
MSI B550 Tomahawk	Ca. € 130,-	B550/ATX	×16 & ×0*/×4*/×1	4.0×4; 3.0×0*	ALC1200	0/0 2/0 2/3 2/4	8 (8×)	2,45	09/2020	www.pcgh.de/preis/2294990
Asrock B550M-ITX/ac	Ca. € 120,-	B550/ITX	×16	4.0×4	ALC887	0/0 0/0 4/2 2/2	3 (3×)	2,51	03/2021	www.pcgh.de/preis/2299233
PCGH MSI B550-A Pro	Ca. € 100,-	B550/ATX	×16 & ×1/×4*/×1	4.0×4; 3.0×0*	ALC892	0/0 2/0 2/3 4/4	8 (8×)	2,56	03/2021	www.pcgh.de/preis/2295021
Sockel AM5 (mit Ryzen-CPU)	Preis	IOH/ Format	PCI-E CPU (5.0) & IOH (4.0) (mit APU max. 4.0 & Funktionen deaktiv.)	M.2-Anbindung	Audio- Codec	USB extern/intern 3.2 3.1 3.0 2.0	Lüfter (PWM)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Gigabyte B650E Aorus Master	Ca. € 360,-	B650/ATX	×16*/ & ×4/×2	2× 5.0×4; 2× 5.0×0*	ALC1220	0/1 5/0 4/2 4/4	10 (10×)	1,61	02/2023	www.pcgh.de/preis/2824250
Gigabyte X670E Aorus Xtreme	N. verfüg.	X670E-ATX	×16* & ×4/×2 ^(3.0)	2× 5.0×4; 2× 5.0×0*	ALC1220	1/1 7/0 0/4 4/4	10 (10×)	1,76	12/2022	www.pcgh.de/preis/2791717
PCGH Asrock X670E PG Lightning	Ca. € 240,-	X670/ATX	×16/×4 ^(4.0) & ×1/×1	5.0×4; 4.0×4; 3.0×4; 4.0×2	ALC897	1/1 1/0 6/4 4/4	6 (6×)	1,80	12/2022	www.pcgh.de/preis/2812512
Asus B650E-F Gaming WiFi	Ca. € 240,-	B650/ATX	×16 & ×1/×1/×4*	5.0×4; 4.0×4; 4.0×4*	ALC4080	1/0 3/1 4/2 4/4	7 (7×)	1,81	02/2023	www.pcgh.de/preis/2824307
Asus TUF B650-Plus	Ca. € 160,-	B650/ATX	×16 ^(4.0) & ×1/×4*/×1	5.0×4; 4.0×4; 4.0×4*	S1200A	1/0 3/0 0/3 4/4	7 (7×)	1,85	02/2023	www.pcgh.de/preis/2824312
NZXT N7 B650E	Ca. € 300,-	B650/ATX	×16 & ×2/×2	5.0×4; 4.0×4; 4.0×2	ALC1220	0/1 3/0 4/4 2/6	7 (7×)	1,91	03/2023	www.pcgh.de/preis/2825886
Asrock B650E PG Riptide WiFi	Ca. € 200,-	B650/ATX	×16/×4 ^(3.0; 4.0 teilw. möglich) & ×1	5.0×4; 4.0×4; 3.0×2	ALC897	0/1 2/0 2/2 6/3	6 (6×)	1,93	02/2023	www.pcgh.de/preis/2824283
Asrock B650 PG Lightning	N. verfüg.	B650/ATX	×16 ^(4.0) & ×1/×2/×1	5.0×4; 4.0×4; 4.0×2	ALC897	1/0 0/1 7/2 4/4	6 (6×)	2,01	03/2023	www.pcgh.de/preis/2824293
Asus Crosshair X670E Hero	Ca. € 570,-	X670/ATX	×16*/×0* & ×1	2× 5.0×4; 2× 4.0×4	ALC4082	1/1 11/0 0/4 0/6	8 (8×)	2,04	12/2022	www.pcgh.de/preis/2791726
MSI B650 Tomahawk WiFi	Ca. € 200,-	B650/ATX	×16 ^(4.0) & ×2*/×1 ^(3.0)	2× 4.0×4; 4.0×2*	ALC4080	1/0 3/1 4/2 2/4	8 (8×)	2,06	03/2023	www.pcgh.de/preis/2824300
PCGH Gigabyte B650 Eagle AX	Ca. € 150,-	B650/ATX	×16 ^(4.0) /×1 ^(3.0) /×1 ^(3.0) & ×1 ^(3.0)	5.0×4; 4.0×4; 4.0×2	ALC897	0/0 2/0 1/3 6/6	5 (5×)	2,06	07/2024	www.pcgh.de/preis/3108584
Asrock B650M PG Riptide	Ca. € 160,-	B650/µATX	×16 ^(4.0) & ×1 ^(3.0) /×1 ^(3.0) /×4	5.0×4; 4.0×4	ALC897	0/0 2/0 2/5 4/4	5 (5×)	2,40	05/2023	www.pcgh.de/preis/2824297
Asus B650E-I Gaming WiFi	Ca. € 240,-	B650/ITX	×16	5.0×4; 4.0×4	ALC4080	1/0 5/1 0/2 2/2	2 (2×)	2,50	07/2024	www.pcgh.de/preis/2824308
MSI B650 Gaming Plus WiFi	Ca. € 160,-	B650/ATX	×16 ^(4.0) / & ×1 ^(3.0) /×4	4.0×4 ^(5.0 teilw. möglich) ; 4.0×4	ALC897	1/0 3/1 4/2 0/4	6 (6×)	2,53	07/2024	www.pcgh.de/preis/2975546
Asus Prime B650-Plus	Ca. € 150,-	B650/ATX	×16 ^(4.0) & ×1/×4/×1	5.0×4; 4.0×4	ALC897	0/0 4/0 2/3 2/4	6 (6×)	2,74	05/2023	www.pcgh.de/preis/2825939
Asus TUF A620M-Plus	Ca. € 120,-	B650/µATX	×16 ^(4.0) & ×1 ^(3.0) /×1 ^(3.0) /×4	2× 4.0×4	ALC897	0/0 0/0 2/3 4/4	3 (3×)	2,94	08/2023	www.pcgh.de/preis/2824749
Sockel 1700	Preis	IOH/Form.	PCI-E CPU (5.0) & IOH (3.0)	M.2-Anbindung	Audio	3.2 3.1 3.0 2.0	Lüfter	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asus Maximus Z690 Hero	Ca. € 380,-	Z690/ATX	×16*/×0* & ×4+4 ^(4.0)	2× 4.0×4; 1× 3.0×4	ALC4082	0/1 9/0 0/4 2/4	8 (8×)	1,85	08/2022	www.pcgh.de/preis/2625493
Gigabyte Z790 Aorus Master	Ca. € 420,-	Z790/ATX	×16* & ×1/×4 ^(4.0 teilw. möglich)	4× 4.0×4; 1× 5.0×0*	ALC1220	2/1 8/0 4/4 0/4	8 (8×)	1,95	01/2023	www.pcgh.de/preis/2819886
Asus Z790-E Gaming WiFi	Ca. € 390,-	Z790/ATX	×16* & ×4 ^(4.0) /×4 ^(4.0)	4× 4.0×4; 1× 5.0×0*	ALC4080	1/1 7/0 4/4 0/4	8 (8×)	2,02	01/2023	www.pcgh.de/preis/2819890
MSI Pro Z790-A WiFi	N. verfüg.	Z790/ATX	×16 & ×1/×4 ^(4.0) /×1	4× 4.0×4	ALC4080	1/0 3/1 2/2 2/4	8 (8×)	2,14	07/2023	www.pcgh.de/preis/2819915
Gigabyte Z790 Aorus Pro X	Ca. € 320,-	Z790/ATX	×16* & ×4 ^(4.0) /×4 ^(4.0 teilw. möglich)	4× 4.0×4; 1× 5.0×0*	ALC1220	1/1 3/0 4/2 2/5	8 (8×)	2,17	04/2024	www.pcgh.de/preis/3020567
Asus Z790 Dark Hero	Ca. € 640,-	Z790/ATX	×16*/×0* & ×4 ^(4.0)	4× 4.0×4; 1× 5.0×0*	ALC4082	0/1 8/0 4/4 0/4	8 (8×)	2,18	04/2024	www.pcgh.de/preis/3043403
PCGH MSI Z690 Unify	Ca. € 280,-	Z690/ATX	×16*/×0* & ×4	4× 4.0×4; 1× 3.0×4	ALC4080	1/1 7/0 0/4 2/4	8 (8×)	2,24	08/2022	www.pcgh.de/preis/2625601
Asus Prime Z790-P WiFi	Ca. € 220,-	Z790/ATX	×16 & ×4 ^(4.0) /×4 ^(4.0) /×1/×4 ^(4.0)	3× 4.0×4	ALC897	1/0 1/1 2/4 4/4	6 (6×)	2,27	07/2023	www.pcgh.de/preis/2819891
Asrock Z790 Pro RS	Ca. € 200,-	Z790/ATX	×16 & ×1/×4 ^(4.0) /×1	4× 4.0×4	ALC897	0/1 2/0 2/4 4/4	7 (7×)	2,27	01/2023	www.pcgh.de/preis/2820217
Gigabyte Z790 Gaming X	Ca. € 260,-	Z790/ATX	×16 & ×4 ^(4.0) /×4 ^(4.0 teilw. möglich)	3× 4.0×4; 1× 4.0×4**	ALC897	1/0 2/1 3/2 4/4	6 (6×)	2,32	07/2023	www.pcgh.de/preis/2837826
Asrock Z790 Nova WiFi	Ca. € 330,-	Z790/ATX	×16* & ×4 ^(4.0) /×1	5× 4.0×4; 1× 5.0×0*	ALC4082	1/1 4/0 3/4 2/4	8 (8×)	2,40	04/2024	www.pcgh.de/preis/3045663
NZXT N7 Z790	Ca. € 340,-	Z790/ATX	×16 & ×1/×4 ^(4.0) /×1/×4 ^(4.0)	3× 4.0×4	ALC1220	1/1 2/0 3/2 2/4	7 (7×)	2,48	04/2024	www.pcgh.de/preis/3090503
Biostar Z790A-Silver	N. verfüg.	Z790/ATX	×16 & ×1/×4* ^(4.0) /×1	2× 4.0×4; 1× 4.0×0*	ALC1220	0/0 6/1 0/2 2/4	6 (6×)	2,50	07/2023	www.pcgh.de/preis/2820770
MSI Z790 Tomahawk Max Wi.	Ca. € 260,-	Z790/ATX	×16* & ×1/×4 ^(4.0)	2× 4.0×4; 1× 4.0×4**; 1× 5.0×0*	ALC4080	1/0 5/1 4/2 0/4	8 (8×)	2,62	04/2024	www.pcgh.de/preis/3046002
Elitegroup Z790H7-A	N. verfüg.	Z790/ATX	×16 & ×1/×4	4× 4.0×4	ALC1220	1/0 3/1 2/2 4/4	7 (6×)	2,65	05/2024	www.pcgh.de/preis/3060419
Asus TUF B760-Plus WiFi	Ca. € 170,-	B760/ATX	×16 & ×0*/×0*/×4*	3× 4.0×4	ALC897	1/0 1/1 3/2 1/4	7 (7×)	2,65	05/2024	www.pcgh.de/preis/2897911
MSI Z790 Carbon WiFi	Ca. € 300,-	Z790/ATX	×16* & ×1/×4 ^(4.0)	4× 4.0×4; 1× 5.0×0*	ALC4080	1/1 7/0 2/2 0/4	7 (7×)	2,71	01/2023	www.pcgh.de/preis/2819920
PCGH Asrock Z790 PG Sonic	Ca. € 220,-	Z790/ATX	×16* & ×4 ^(4.0) /×1	4× 4.0×4; 1× 5.0×0*	ALC897	0/1 2/0 5/2 2/4	7 (7×)	2,73	07/2023	www.pcgh.de/preis/2832384
MSI B760M Gaming Plus WiFi	Ca. € 150,-	B760/µATX	×16 & ×1/×4	2× 4.0×4	ALC897	0/0 2/0 2/5 2/4	4 (4×)	3,57	05/2024	www.pcgh.de/preis/3090503
Gigabyte B760 Gaming X AX	Ca. € 160,-	B760/ATX	×16 ^(4.0) & ×1/×1	3× 4.0×4	ALC897	0/0 1/1 2/2 5/4	6 (6×)	3,88	05/2024	www.pcgh.de/preis/2872179

*PCI-E-Lane-Sharing **Shared mit SATA



Einkaufsführer LCDs & Eingabegeräte

Preise: Stand 13.09.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGSTIPP PCGH SPAR-TIPP

Monitore

Full HD	Preis	Bilddiagonale	Bildfrequenz	Reaktionszeit	Inputlag	Leuchtkraft	Paneltyp	VRR	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asus TUF VG279QM	Ca. € 230,-	27 Zoll	280 Hertz	3,2 ms	34,9 ms	Bis 419,3 cd/m²	IPS	FreeSync	1,60	01/2021	www.pcgh.de/preis/2210749
Asus ROG PG259QNR	Ca. € 2.000,-	24,5 Zoll	360 Hertz	2,6 ms	9,5 ms	Bis 432,8 cd/m²	IPS	G-Sync	1,62	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/2404163
Asus ROG PG248QP	Ca. € 840,-	24,1 Zoll	540 Hertz	3,6 ms	2,1 ms	Bis 453,5 cd/m²	IPS	G-Sync	1,66	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/3035044
LG 27GN750-B	Ca. € 270,-	27 Zoll	240 Hertz	4,1 ms	9,6 ms	Bis 409,7 cd/m²	IPS	FreeSync	1,84	01/2021	www.pcgh.de/preis/2202082
WQHD	Preis	Bilddiagonale	Bildfrequenz	Reaktionszeit	Inputlag	Leuchtkraft	Paneltyp	VRR	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Gigabyte M32Q	Ca. € 660,-	31,5 Zoll	170 Hertz	3,2 ms	9,3 ms	53,6 bis 316,2 cd/m²	IPS	FreeSync	1,53	11/2021	www.pcgh.de/preis/2524671
LG Ultragear 32GP850	Ca. € 300,-	31,5 Zoll	180 Hertz	3,2 ms	1,5 ms	66,3 bis 403,9 cd/m²	IPS	FreeSync	1,63	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/2513135
Asus TUF VG27AQ	Ca. € 230,-	27 Zoll	165 Hertz	7,3 ms	9 ms	151 bis 405,8 cd/m²	IPS	FreeSync	1,74	06/2020	www.pcgh.de/preis/3047290
Iiyama GB3271OSU-B1	Ca. € 270,-	31,5 Zoll	165 Hertz	6,4 ms	24 ms	40,6 bis 395,1 cd/m²	IPS	FreeSync	1,77	11/2021	www.pcgh.de/preis/2535409
Ultra HD („4K“)	Preis	Bilddiagonale	Bildfrequenz	Reaktionszeit	Inputlag	Leuchtkraft	Paneltyp	VRR	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asus ROG PG32UCDP	Ca. € 1.800,-	31,5 Zoll	240/480 Hz	0,6 ms	2,4 ms	66,2 bis 406,3 cd/m²	QD-OLED	FreeSync	1,52	11/2024	www.pcgh.de/preis/3232020
Samsung Od. Neo G8	Ca. € 750,-	32 Zoll	240 Hertz	3,7 ms	3,1 ms	13,2 bis 330,5 cd/m²	VA	FreeSync	1,62	02/2023	www.pcgh.de/preis/2748275
Gigabyte M32U	Ca. € 500,-	31,5 Zoll	144 Hertz	4,3 ms	8,1 ms	55,6 bis 383,6 cd/m²	IPS	FreeSync	1,66	01/2022	www.pcgh.de/preis/2599266
Asus TUF VG28UQL1A	Ca. € 450,-	28 Zoll	144 Hertz	3,3 ms	9,4 ms	70,6 bis 337,6 cd/m²	IPS	FreeSync	1,68	01/2022	www.pcgh.de/preis/2596721
Corsair Xen. 32UHD144A	Ca. € 820,-	32 Zoll	144 Hertz	5,7 ms	1,6 ms	93,3 bis 448,3 cd/m²	IPS	FreeSync	1,69	04/2024	www.pcgh.de/preis/2990738
Asus OLED PG42UQ	Ca. € 1.350,-	41,5 Zoll	138 Hertz	0,1 ms	25,8 ms	15,7 bis 352,8 cd/m²	OLED	FreeSync	1,80	04/2024	www.pcgh.de/preis/2797313
MSI Optix MPG321UR	Ca. € 680,-	32 Zoll	144 Hertz	5,4 ms	28,5 ms	109 bis 369,4 cd/m²	IPS	FreeSync	1,82	07/2022	www.pcgh.de/preis/2638540
Ultrawide	Preis	Bilddiagonale	Bildfrequenz	Reaktionszeit	Inputlag	Leuchtkraft	Paneltyp	VRR	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Corsair 34WQHD240-C	Ca. € 1.350,-	34 Zoll	240 Hertz	1,2 ms	13,1 ms	13,9 bis 444,3 cd/m²	W-OLED	FreeSync	1,64	11/2024	www.pcgh.de/preis/3285086
LG Ultragear 45GR95QE	Ca. € 1.100,-	45 Zoll	240 Hertz	0,1 ms	2,1 ms	13,5 bis 406,2 cd/m²	OLED	FreeSync	1,64	07/2023	www.pcgh.de/preis/2885317
Dell Alienw. AW3423DW	Ca. € 1.230,-	34 Zoll	175 Hertz	0,1 ms	15,1 ms	27,6 bis 257,8 cd/m²	OLED	G-Sync	1,80	07/2023	www.pcgh.de/preis/2695205
LC-Power LG-M34-CV3	Ca. € 270,-	34 Zoll	100 Hertz	6,5 ms	12,7 ms	74,8 bis 342,1 cd/m²	VA	FreeSync	1,81	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/2748847

Mäuse

Modell	Preis	Kabellänge	Tasten	Abtastung	Auflösung	Gewicht	Ergonomie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Razer Basilisk V3 Pro	Ca. € 140,-	Schnurlos	8 + Vier-Wege-Scrollrad	Optisch (LED)	30.000 Dpi	112 Gramm	Sehr gut	1,06	11/2022	www.pcgh.de/preis/2797003
Razer Viper Ultimate	Ca. € 120,-	Schnurlos	7 + Scrollrad	Optisch (LED)	20.000 Dpi	74 Gramm	Sehr gut	1,12	02/2020	www.pcgh.de/preis/2160846
Razer Basilisk V3	Ca. € 50,-	210 cm	8 + Vier-Wege-Scrollrad	Optisch (LED)	26.000 Dpi	101 Gramm	Sehr gut	1,13	11/2021	www.pcgh.de/preis/2597543
Roccat Kone XP Air	Ca. € 150,-	Schnurlos	10 + Vier-Wege-Scrollrad	Optisch (LED)	19.000 Dpi	99 Gramm	Sehr gut	1,13	04/2023	www.pcgh.de/preis/2776774
Razer Cobra Pro	Ca. € 120,-	Schnurlos	7 + Scrollrad	Optisch (LED)	30.000 Dpi	77 Gramm	Sehr gut	1,13	03/2024	www.pcgh.de/preis/2976258
Razer Deathadder V2 Pro	Ca. € 85,-	Schnurlos	7 + Scrollrad	Optisch (LED)	20.000 Dpi	88 Gramm	Sehr gut	1,15	04/2021	www.pcgh.de/preis/2379242
Logitech G502 X Plus	Ca. € 120,-	Schnurlos	9 + Vier-Wege-Scrollrad	Optisch (LED)	25.600 Dpi	106 Gramm	Sehr gut	1,16	01/2023	www.pcgh.de/preis/2801356
Razer Viper V3 Pro	Ca. € 155,-	Schnurlos	5 + Scrollrad	Optisch (LED)	35.000 Dpi	54 Gramm	Sehr gut	1,17	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/3177131
Razer Viper 8K	Ca. € 60,-	210 cm	7 + Scrollrad	Optisch (LED)	20.000 Dpi	71 Gramm	Sehr gut	1,19	02/2020	www.pcgh.de/preis/2465047
Roccat Kone XP	Ca. € 60,-	180 cm	10 + Vier-Wege-Scrollrad	Optisch (LED)	19.000 Dpi	135 Gramm	Sehr gut	1,20	05/2022	www.pcgh.de/preis/2687669
Razer Deathadder V3 Pro	Ca. € 135,-	Schnurlos	5 + Scrollrad	Optisch (LED)	30.000 Dpi	63 Gramm	Sehr gut	1,28	03/2024	www.pcgh.de/preis/2790024

Tastaturen

Nicht mechanisch	Preis	Beleuchtung	Anschlüsse	Handballenablage	Zusatz Tasten	Makro/Speicher	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Razer Ornata V3 Chroma	Ca. € 65,-	RGB, 10 Zonen	-	Ja (abnehmbar)	4 Multimediatasten	Ja/Ja (k. A.)	1,57	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/2759660
Steelseries Apex 3	Ca. € 80,-	Voll, RGB-Farbraum	-	Ja (abnehmbar)	1 + Lautstärkenrad	Ja/Ja (3 Profile)	1,74	07/2020	www.pcgh.de/preis/2221888
Sharkoon Killer SGK5	Ca. € 35,-	Voll, RGB-Farbraum	-	Ja (abnehmbar)	18 + 2 Drehräder	Ja/Ja (3 Profile)	1,80	07/2020	www.pcgh.de/preis/2176206
Corsair K55 Core	Ca. € 45,-	RGB, 10 Zonen	-	Nein	4 Multimediatasten	Ja/Ja (ein Profil)	2,09	Online	www.pcgh.de/preis/3099811
Mechanisch	Preis	Beleuchtung	Anschlüsse	Schalter (getestet)	Schalter (verfügbar)	Makro/Speicher	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Steelseries Apex Pro	Ca. € 200,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 × USB 3.0	Steelseries Omnipoint	Steelseries Omnipoint	Ja/Ja (k. A.)	1,16	12/2019	www.pcgh.de/preis/2067586
Montain Everest Max	Ca. € 250,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 × USB 2.0	MX RGB Silent Red	Alles Cherry MX RGB	Ja/Ja (k. A.)	1,16	03/2021	www.pcgh.de/preis/2559412
Razer Huntsman V3 Pro	Ca. € 250,-	RGB-Einzeltastenbel.	keine	Analog Optical Gen. 2	Analog Optical Gen. 2	Ja/Ja (k. A.)	1,16	04/2024	www.pcgh.de/preis/3026548
Razer Black Widow V4 Pro	Ca. € 230,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 × USB 2.0	Razer mechan. Yellow	Razer mechan. Green	Ja/Ja (k. A.)	1,18	04/2023	www.pcgh.de/preis/2900208
Corsair K100 Air Wireless	Ca. € 280,-	RGB-Einzeltastenbel.	2,4 GHz/BT	Cherry MX ULP Tactile	Cherry MX ULP Tactile	Ja/Ja (8 MB)	1,18	12/2022	www.pcgh.de/preis/2818184
Razer Deathstalker V2 Pro	Ca. € 205,-	RGB-Einzeltastenbel.	2,4 GHz/BT	Low Profile Optical	Low Profile Optical	Ja/Ja (k. A.)	1,18	02/2023	www.pcgh.de/preis/2775959
Asus ROG Strix Flare II Animate	Ca. € 200,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 × USB 2.0	Asus ROG NX Red	Asus ROG NX Red	Ja/Ja (k. A.)	1,18	02/2023	www.pcgh.de/preis/2665350
Razer Huntsman V2 Analog	Ca. € 155,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 × USB 3.0	Razer Analog Optical	Razer Analog Optical	Ja/Ja (k. A.)	1,19	06/2021	www.pcgh.de/preis/2465972
Wooting Two HE (mit PBT-Set)	Ca. € 210,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Gateron Lekker Linear60	Gateron Lekker Linear45	Ja/Ja (8 MB)	1,19	05/2024	www.pcgh.de/wooting
Corsair K70 Max	Ca. € 175,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Corsair MGX Switches	Corsair MGX Switches	Ja/Ja (8 MB)	1,26	11/2023	www.pcgh.de/preis/3000397
Asus ROG STRIX Scope II RX	Ca. € 140,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Asus ROG RX Red	Asus ROG RX Blue	Ja/Ja (k. A.)	1,26	11/2023	www.pcgh.de/preis/3047230
MSI Vigor GK71 Sonic	Ca. € 100,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Kailih (MSI) Sonic Red	Kailih (MSI) Sonic Blue	Ja/Ja (k. A.)	1,29	08/2023	www.pcgh.de/preis/2796976



Einkaufsführer SSDs & Festplatten

Preise: Stand 13.09.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH SPAR-TIPP

Solid State Drives (SSDs)

PCI-Express 5.0	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer R/W AS-SSD	Kopieren 10/120 GiB	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Crucial T700	Ca. € 260,-	1.863 GiB/2.000 GB	8.523/9.296 MB/s	14 Sek., 33 Sek.	5 Jahre/1.200 TB	1,42*	07/2023	www.pcgh.de/preis/2934163
Seagate Firecuda SSD 540	Ca. € 270,-	1.863 GiB/2.000 GB	7.317/9.157 MB/s	16 Sek., 45 Sek.	5 Jahre/2.000 TB	1,44*	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/2974796
Corsair MP700 Pro	Ca. € 320,-	1.863 GiB/2.000 GB	8.912/9.558 MB/s	14 Sek., 37 Sek.	5 Jahre/1.400 TB	1,44*	03/2023	www.pcgh.de/preis/3060489
Gigabyte Aorus Gen5 12000	Ca. € 270,-	1.863 GiB/2.000 GB	8.718/9.034 MB/s	13 Sek., 34 Sek.	5 Jahre/1.400 TB	1,44*	03/2023	www.pcgh.de/preis/3014907
PCI-Express 4.0	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer R/W AS-SSD	Kopieren 10/120 GiB	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Corsair MP600 Pro XT	Ca. € 190,-	1.863 GiB/2.000 GB	3366/5801 MB/s	32,7 Sek., 61,4 Sek.	5 Jahre/1.400 TB	1,33	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/2598363
Seagate Firecuda 530	Ca. € 150,-	1.863 GiB/2.000 GB	3197/5777 MB/s	35 Sek., 64 Sek.	5 Jahre/2.550 TB	1,34	04/2022	www.pcgh.de/preis/2551050
Corsair MP600 Pro	Ca. € 180,-	1.863 GiB/2.000 GB	3304/5837 MB/s	33,9 Sek., 68,1 Sek.	5 Jahre/1.400 TB	1,35	05/2021	www.pcgh.de/preis/2465260
Western Digital WD Black SN850X	Ca. € 240,-	1.863 GiB/2.000 GB	3470/5070 MB/s	33 Sek., 68,8 Sek.	5 Jahre/600 TB	1,40	02/2021	www.pcgh.de/preis/2401297
Samsung SSD 980 Pro	Ca. € 100,-	931 GiB/1.000 GB	3206/3721 MB/s	36,2 Sek., 107 Sek.	5 Jahre/600 TB	1,48	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/2361123
Gigabyte Aorus NVMe Gen4 SSD	Ca. € 200,-	1.907 GiB/2.048 GB	2484/3977 MB/s	34 Sek., 88,4 Sek.	5 Jahre/3.600 TB	1,45	12/2019	www.pcgh.de/preis/2094099
Patriot Viper VP4100	Ca. € 290,-	954 GiB/1.024 GB	2398/3917 MB/s	34 Sek., 82 Sek.	5 Jahre/1.800 TB	1,46	12/2019	www.pcgh.de/preis/2138062
Corsair MP600	Ca. € 140,-	931 GiB/1.024 GB	2138/3908 MB/s	32 Sek., 90 Sek.	5 Jahre/1.800 TB	1,48	12/2019	www.pcgh.de/preis/2080861
Adata Legend 960	Ca. € 90,-	954 GiB/1024 GB	5799/5514 MB/s	23 Sek., 66 Sek.	5 Jahre/780 TB	1,65*	05/2023	www.pcgh.de/preis/2791615
HP SSD EX950	Ca. € 150,-	1.863 GiB/2.000 GB	2105/2728 MB/s	41,1 Sek., 120 Sek.	5 Jahre/1.400 TB	1,66	05/2021	www.pcgh.de/preis/2014541
Lexar NM800 Pro	Ca. € 130,-	1.907 GiB/2048 GB	5975/5408 MB/s	18 Sek., 63 Sek.	5 Jahre/2.000 TB	1,57*	05/2023	www.pcgh.de/preis/2842856
Lexar NM710	Ca. € 130,-	1.907 GiB/2048 GB	4077/4006 MB/s	20 Sek., 68,3 Sek.	5 Jahre/1.200 TB	1,70*	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/2891626
Solidigm P44 Pro	Ca. € 110,-	954 GiB/1024 GB	6020/5689 MB/s	37 Sek., 63 Sek.	5 Jahre/750 TB	1,71*	05/2023	www.pcgh.de/preis/2845166
Western Digital WD Blue SN580	Ca. € 60,-	931 GiB/1000 GB	2948/3349 MB/s	20 Sek., 62 Sek.	5 Jahre/600 TB	1,73*	10/2023	www.pcgh.de/preis/2975634
PCI-Express 3.0	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer R/W AS-SSD	Kopieren 10/120 GiB	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Western Digital WD Black AN1500	Ca. € 530,-	1.863 GiB/2.000 GB	3249/4164 MB/s	37,1 Sek., 80,9 Sek.	5 Jahre/800 TB	1,45	05/2021	www.pcgh.de/preis/2405831
Gigabyte Aorus RAID SSD	N. lieferb.	1.863 GiB/2.000 GB	2161/2937 MB/s	34,5 Sek., 100 Sek.	5 Jahre/2.800 TB	1,58	06/2020	www.pcgh.de/preis/2319620
PNY CS3030	N. lieferb.	954 GiB/1.024 GB	2118/2894 MB/s	45,2 Sek., 207 Sek.	5 Jahre/1.665 TB	1,64	05/2021	www.pcgh.de/preis/1991316
HP SSD EX950	Ca. € 150,-	1.863 GiB/2.000 GB	2105/2728 MB/s	41,1 Sek., 120 Sek.	5 Jahre/1.400 TB	1,66	05/2021	www.pcgh.de/preis/2014541
Western Digital WD Black SN750	Ca. € 120,-	954 GiB/1.024 GB	2082/2140 MB/s	37 Sek., 105 Sek.	5 Jahre/600 TB	1,66	12/2019	www.pcgh.de/preis/1969746
Samsung SSD 970 Evo Plus	Ca. € 90,-	931 GiB/1.000 GB	2008/2798 MB/s	34 Sek., 168 Sek.	5 Jahre/600 TB	1,69	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/1972735
Samsung SSD 980	Ca. € 75,-	931 GiB/1.000 GB	2130/2314 MB/s	42 Sek., 101 Sek.	5 Jahre/600 TB	1,70	05/2021	www.pcgh.de/preis/2485468
LC Power Phenom Pro	N. lieferb.	954 GiB/1.024 GB	2043/2873 MB/s	37,4 Sek., 130 Sek.	5 Jahre/ - TB	1,72	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/2366291
Corsair MP400	N. lieferb.	3.815 GiB/4.096 GB	2334/2769 MB/s	37,1 Sek., 114 Sek.	5 Jahre/800 TB	1,72	05/2021	www.pcgh.de/preis/2378650
Lexar NM620	Ca. € 100,-	1.907 GiB/2.048 GB	2772/2415 MB/s	24 Sek., 96 Sek.	5 Jahre/1.000 TB	1,74*	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/2661656
Kingston KC2500	N. lieferb.	931 GiB/1.000 GB	2232/2662 MB/s	36,1 Sek., 113 Sek.	5 Jahre/600 TB	1,76	10/2020	www.pcgh.de/preis/2279821
Adata XPG S40G	Ca. € 80,-	954 GiB/1.024 GB	2328/1729 MB/s	42,6 Sek., 99,4 Sek.	5 Jahre/640 TB	1,76	10/2020	www.pcgh.de/preis/2087602
Patriot Viper VPR100	Ca. € 95,-	954 GiB/1.024 GB	2321/2851 MB/s	37,2 Sek., 206 Sek.	5 Jahre/1.600 TB	1,77	10/2020	www.pcgh.de/preis/2202135
Crucial P5 SSD	N. lieferb.	931 GiB/1.000 GB	2199/2942 MB/s	39,7 Sek., 372 Sek.	5 Jahre/600 TB	1,77	10/2020	www.pcgh.de/preis/2287918
Toshiba/Kioxia RC500	N. lieferb.	466 GiB/500 GB	1371/1563 MB/s	35,4 Sek., 277 Sek.	5 Jahre/200 TB	1,83	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/2166240
Adata XPG Spectrix S20G	Ca. € 80,-	931 GiB/1.000 GB	1703/1697 MB/s	44,9 Sek., 186 Sek.	5 Jahre/600 TB	1,86	05/2021	www.pcgh.de/preis/2455908
Silicon Power P34A60	Ca. € 60,-	954 GiB/1.024 GB	1505/1545 MB/s	44,5 Sek., 170 Sek.	5 Jahre/600 TB	1,89	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/2196810
Kioxia Exceria SSD	N. lieferb.	931 GiB/1.000 GB	1372/1590 MB/s	39 Sek., 430 Sek.	5 Jahre/400 TB	1,95	10/2020	www.pcgh.de/preis/2273340
Western Digital WD Blue SN550	Ca. € 60,-	466 GiB/500 GB	1811/1743 MB/s	52,6 Sek., 322 Sek.	3 Jahre/1.600 TB	2,00	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/2195073
SATA III 6 GBits	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer R/W AS-SSD	Kopieren 10/120 GiB	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Crucial MX500	Ca. € 70,-	931 GiB/1.000 GB	445/459 MB/s	73 Sek., 472 Sek.	5 Jahre/360 TB	2,04	07/2018	www.pcgh.de/preis/1745357
Samsung SSD 870 Evo	Ca. € 300,-	3.725 GiB/4.000 GB	550/486 MB/s	66,9 Sek., 482 Sek.	5 Jahre/2.400 TB	2,14	05/2021	www.pcgh.de/preis/2458832
Crucial MX500	Ca. € 45,-	466 GiB/500 GB	445/475 MB/s	72 Sek., 473 Sek.	5 Jahre/180 TB	2,15	07/2018	www.pcgh.de/preis/1745351
Teamgroup T-For. Delta MAX RGB SSD	N. lieferb.	466 GiB/500 GB	483/448 MB/s	78,7 Sek., 512 Sek.	5 Jahre/120 TB	2,21	01/2020	www.pcgh.de/preis/2123067
Patriot P210	Ca. € 110,-	1.907 GiB/2.048 GB	490/429 MB/s	83,6 Sek., 544 Sek.	3 Jahre/ - TB	2,43	10/2020	www.pcgh.de/preis/2325311
Kioxia Exceria SATA SSD	Ca. € 50,-	894 GiB/960 GB	433/447 MB/s	107 Sek., 308 Sek.	3 Jahre/240 TB	2,46	10/2020	www.pcgh.de/preis/2273348
Samsung SSD 870 QVO	Ca. € 560,-	7.451 GiB/8.000 GB	489/457 MB/s	119 Sek., 972 Sek.	3 Jahre/2.880 TB	2,51	PCGH.de	www.pcgh.de/preis/2307522

* Neues Test- und Wertungssystem mit PCI-Express 5.0

Festplatten (3,5 Zoll)

	Preis	Kapazität bin./dez.	U/min	Lautheit Leerl./Zugr.	Zugriffszeit L/S*	Transfer L/S*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Seagate Ironwolf NAS HDD, 16 TB	Ca. € 360,-	14.901 GiB/16.000 GB	7.200	0,2/0,4 Sone	11,8/5,3 ms	208/209 MB/s	1,62	09/2019	www.pcgh.de/preis/2068671
Seagate Barracuda Pro, 14 TB	N. lieferb.	13.039 GiB/14.000 GB	7.200	0,1/1,4 Sone	14,2/5,9 ms	201/200 MB/s	1,66	04/2019	www.pcgh.de/preis/1870922
Seagate Ironwolf NAS HDD, 10 TB	Ca. € 340,-	9.313 GiB/10.000 GB	7.200	0,6/1,1 Sone	14,8/7,23 ms	188/186 MB/s	1,81	06/2017	www.pcgh.de/preis/1479598
Western Digital Black, 6 TB	Ca. € 290,-	5.586 GiB/6.000 GB	7.200	0,5/1,1 Sone	12,4/1,4 ms	179/177 MB/s	1,83	04/2019	www.pcgh.de/preis/1758104
Toshiba X300, 10 TB	Ca. € 350,-	9.313 GiB/10.000 GB	7.200	0,6/1,0 Sone	13,5/5,4 ms	192/185 MB/s	1,91	04/2019	www.pcgh.de/preis/1802069
Toshiba N300, 10 TB	Ca. € 240,-	9.313 GiB/10.000 GB	7.200	0,5/0,8 Sone	13,7/5,4 ms	190/183 MB/s	1,93	04/2019	www.pcgh.de/preis/1802075
Toshiba N300, 6 TB	Ca. € 330,-	5.586 GiB/6.000 GB	7.200	1,1/1,6 Sone	12,0/13,4 ms	167/163 MB/s	1,90	06/2017	www.pcgh.de/preis/1562775

* L/S: Lesen und Schreiben



Einkaufsführer Gehäuse

Preise: Stand 13.09.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH SPAR-TIPP

Gehäuse

Neues Testsystem (Midi-bis Big-Tower)	Volumen Gewicht	Preis	Radiator-Kombination (bis zu)	Mitgelieferte Lüfter	Lautheit frontalschräg*	(CPU/GPU/Innenraum)*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Lian Li Lancool III RGB	65,5 L 14,1 kg	Ca. € 170,-	Sehr gut (360/360/360)	4 × 140 mm	2,1/1,8 Sone	65/62/41 °C	1,24	03/2024	www.pcgh.de/preis/2770574
Be Quiet Dark Base Pro 901	87,1 L 16,3 kg	Ca. € 260,-	Sehr gut (420/360/140)	3 × 140 mm	1,8/1,6 Sone	70/64/42 °C	1,33	09/2023	www.pcgh.de/preis/2966228
Asus ROG Hyperion GR701	112,9 L 20,8 kg	Ca. € 355,-	Sehr gut (420/420/360/140)	4 × 140 mm	1,9/2,0 Sone	69/64/43 °C	1,48	09/2023	www.pcgh.de/preis/2905415
Be Quiet Dark Base 701	73,6 L 12,8 kg	Ca. € 190,-	Gut-sehr gut (360/280/120)	3 × 140 mm	2,3/1,8 Sone	66/63/40 °C	1,48	03/2024	www.pcgh.de/preis/3054350
Be Quiet Shadow Base 800 FX	70,9 L 12,3 kg	Ca. € 175,-	Sehr gut (420/420/120)	4 × 140 mm	2,0/1,7 Sone	68/62/43 °C	1,49	11/2023	www.pcgh.de/preis/3005959
Endorfy Arx 700 Air	52,3 L 8,0 kg	Ca. € 110,-	Sehr gut (360/360/120)	5 × 140 mm	2,0/1,8 Sone	66/63/41 °C	1,52	03/2024	www.pcgh.de/preis/2956388
Corsair 6500X (mit 4 × P12)	78,3 L 14,2 kg	Ca. € 160,-	Sehr gut (360/360/360/140)	–	1,4/2,0 Sone	71/63/44 °C	1,52	Online	www.pcgh.de/preis/3138004
Cooler Master HAF 700 Evo	121,3 L 24,3 kg	Ca. € 390,-	Außerorden. (5 × 360/1 × 240)	2 × 200 mm, 3 × 120 mm	2,5/2,0 Sone	72/63/44 °C	1,60	09/2023	www.pcgh.de/preis/2677778
Hyte Y70 (Touch mit 4 × P12)	70,7 L 11,1 kg	Ca. € 390,-	Sehr gut (360/360/140)	–	1,8/2,3 Sone	75/65/40 °C	1,64	03/2024	www.pcgh.de/Hyte70Preise
Corsair iCUE 5000T RGB TG	74,3 L 14,5 kg	Ca. € 325,-	Sehr gut (360/360/120)	3 × 120 mm	2,4/2,0 Sone	71/64/44 °C	1,65	09/2023	www.pcgh.de/preis/2677730
Be Quiet Pure Base 500 FX	48,3 L 8,0 kg	Ca. € 120,-	Gut (360/240/140)	3 × 120 mm, 1 × 140 mm	2,2/2,0 Sone	64/64/40 °C	1,74	07/2023	www.pcgh.de/preis/2774026
Deepcool CH560 Digital	49,6 L 7,5 kg	Ca. € 110,-	Gut-sehr gut (360/280/140)	3 × 140 mm, 1 × 120 mm	2,0/1,9 Sone	66/63/40 °C	1,76	03/2024	www.pcgh.de/preis/3007366
Phanteks NV5 (mit 4 × P12)	60,2 L 11,3 kg	Ca. € 110,-	Sehr gut (360/360/120)	–	1,6/2,3 Sone	71/63/44 °C	1,82	Online	www.pcgh.de/preis/3024776
Montech Sky Two	45,3 L 7,9 kg	Ca. € 100,-	Befriedigend (360/120)	4 × 120 mm	1,8/2,2 Sone	70/66/44 °C	1,93	07/2023	www.pcgh.de/preis/2867381
APNX Creator C1	53,6 L 9,5 kg	Ca. € 90,-	Sehr gut (360/360/120)	3 × 140 mm, 1 × 120 mm	2,7/2,2 Sone	71/65/44 °C	1,93	03/2024	www.pcgh.de/preis/3049729
Asus Proart PA602	81,4 L 15,8 kg	Ca. € 210,-	Ausreichend (420)	2 × 200 mm, 1 × 140 mm	3,0/2,5 Sone	68/64/44 °C	1,93	Online	www.pcgh.de/preis/3105848
Cooler Master HAF 500	58,9 L 9,5 kg	Ca. € 110,-	Sehr gut (360/360/120)	2 × 200 mm, 2 × 120 mm	2,3/2,2 Sone	70/63/43 °C	2,03	07/2023	www.pcgh.de/preis/2666390
Fractal North XL Mesh	64,4 L 9,8 kg	Ca. € 160,-	Sehr gut (420/280/140)	3 × 140 mm	3,1/3,1 Sone	70/64/44 °C	2,04	Online	www.pcgh.de/preis/3146904
LC-Power 804B Obsession X	45,8 L 8,0 kg	Ca. € 70,-	Sehr gut (360/360/120)	3 × 140 mm, 1 × 120 mm	2,3/2,4 Sone	71/65/46 °C	2,16	07/2023	www.pcgh.de/preis/2795943
Enermax Starryknight SK30	49,7 L 7,5 kg	Ca. € 90,-	Sehr gut (360/360/120)	2 × 200 mm, 2 × 120 mm	2,2/1,9 Sone	70/64/44 °C	2,21	07/2023	www.pcgh.de/preis/2686581
Cooler Master Qube 500 Flat.	38,9 L 7,8 kg	Ca. € 85,-	Befriedigend (280/240/120)	1 × 120 mm	3,0/2,4 Sone	75/65/48 °C	2,22	03/2024	www.pcgh.de/coolerqube500
Fractal North TG	44,9 L 7,7 kg	Ca. € 120,-	Gut (360/240/140)	2 × 140 mm	2,7/2,3 Sone	72/64/45 °C	2,23	11/2023	www.pcgh.de/preis/2861682
NZXT H5 Elite	47,0 L 8,1 kg	Ca. € 115,-	Befriedigend (280/240/120)	2 × 140 mm, 1 × 120 mm	2,2/2,5 Sone	76/67/48 °C	2,35	07/2023	www.pcgh.de/preis/2837891
Fractal Pop Air RGB	46,3 L 7,2 kg	Ca. € 80,-	Befriedigend (280/240/120)	3 × 120 mm	2,7/2,2 Sone	73/65/46 °C	2,40	07/2023	www.pcgh.de/preis/2760718
Deepcool CH510 Mesh Digital	49,2 L 7,5 kg	Ca. € 80,-	Sehr gut (360/360/140)	1 × 120 mm	2,8/2,5 Sone	81/67/52 °C	2,68	07/2023	www.pcgh.de/preis/2875019

* System: Intel Core i7-12700K (PL1/2: 160 W), Asus ROG Strix B660-i, Asus TUF RTX 3080 12G, 32 GiB DDR5-5600 Corsair Vengeance, Scythe Fuma 2 Rev. B, Seasonic Focus PX-850 (aktiv). Umgebungstemperatur: 22 °C. Wertungssystem der PCGH 07/2023 (andere Verfahren nicht direkt vergleichbar). Gehäuse ohne Lüfter mit 4 × Arctic P12 PWM getestet. Gewichtete Temperaturen des Szenario 1 mit normierten Gehäuse-Lüftern auf 1,2 Sone. Lautheitswerte unter Spielelast im Szenario 2.

Altes Testsystem (Midi-bis Big-Tower)	Volumen Gewicht	Preis	Lüfterplätze (bis zu)	Mitgelieferte Lüfter	Lautheit frontalschräg*	(CPU/GPU/Innenraum)*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Fractal Design Define 7	62,2 L 13,5 kg	Ca. € 145,-	9 × 140/120 mm	3 × 140 mm	1,2/1,2 Sone	65/71/42 °C	1,82	08/2020	www.pcgh.de/preis/2239825
Fractal Design Meshify 2 XL	81,5 L 14,1 kg	Ca. € 200,-	9 × 140/120 mm	3 × 140 mm	1,6/1,4 Sone	61/71/42 °C	1,87	07/2021	www.pcgh.de/preis/2423333
Antec P101 Silent Guardian	61,9 L 11,8 kg	Ca. € 135,-	3 × 140, 3 × 120 mm	3 × 120 mm, 1 × 140 mm	1,2/1,4 Sone	64/70/34 °C	1,94	09/2019	www.pcgh.de/preis/1964758
Sharkoon CA300T	61,7 L 14,7 kg	Ca. € 155,-	6 × 140/120 mm, 1 × 120 mm	4 × 120 mm	1,6/1,6 Sone	62/70/42 °C	2,00	02/2021	www.pcgh.de/preis/2371756
MSI Sekira 500X	67,1 L 19,9 kg	Ca. € 135,-	4 × 200 mm, 1 × 120 mm	4 × 200 mm, 1 × 120 mm	1,4/1,6 Sone	71/71/38 °C	2,06	12/2019	www.pcgh.de/preis/2088203
Asus Strix Helios	83,5 L 18,0 kg	Ca. € 260,-	7 × 140/120 mm	4 × 140 mm	1,4/1,3 Sone	67/71/43 °C	2,06	08/2020	www.pcgh.de/preis/2040982
Thermaltake View 51 ARGB	91,0 L 19,3 kg	Ca. € 130,-	4 × 200 mm, 1 × 120 mm	4 × 140 mm	1,1/1,2 Sone	66/73/41 °C	2,07	08/2020	www.pcgh.de/preis/2205503
Thermaltake The Tower 900	153,6 L 24,5 kg	Ca. € 260,-	13 × 140/120 mm	2 × 140 mm	1,7/1,4 Sone	65/73/34 °C	2,15	01/2018	www.pcgh.de/preis/1545926
Lian Li Lancool II Mesh Perf.	54,1 L 11,3 kg	Ca. € 110,-	5 × 140 mm, 1 × 120 mm	2 × 140 mm, 1 × 120 mm	2,0/2,1 Sone	61/71/34 °C	2,26	02/2021	www.pcgh.de/preis/2672592
Fractal Design Torrent	69,8 L 13,4 kg	Ca. € 175,-	4 × 180 mm, 1 × 140 mm	2 × 180 mm, 3 × 140 mm	2,7/2,1 Sone	64/69/35 °C	2,28	01/2022	www.pcgh.de/preis/2584607
Montech Air 1000 Premium	45,3 L 7,3 kg	Ca. € 75,-	5 × 140 mm, 3 × 120 mm	3 × 140 mm, 1 × 120 mm	2,4/2,2 Sone	63/71/41 °C	2,37	01/2022	www.pcgh.de/preis/2876840
Be Quiet Pure Base 600	50,9 L 7,4 kg	Ca. € 75,-	5 × 140 mm	1 × 140 mm, 1 × 120 mm	1,3/1,4 Sone	68/70/40 °C	2,38	Online	www.pcgh.de/preis/1559571
Sharkoon REV300	65,6 L 10,4 kg	Ca. € 150,-	5 × 140 mm, 1 × 120 mm	3 × 140 mm, 4 × 120 mm	2,9/2,4 Sone	65/68/40 °C	2,49	01/2022	www.pcgh.de/preis/2551198
Asus GT301	43,9 L 7,2 kg	Ca. € 75,-	2 × 140 mm, 3 × 120 mm	4 × 120 mm	2,4/2,2 Sone	63/71/41 °C	2,76	01/2022	www.pcgh.de/preis/2275826

* System: Intel Core i7-6700K, Asus Z170I, Gigabyte GeForce GTX 1070 OC Edition, 16 GiB DDR4-2133-RAM, Thermalright AXP-100, Seasonic Focus+ Gold PCGH-Edition 550 W, Umgebungstemperatur: 24 °C. Altes Wertungssystem der PCGH 02/2017.

Mini-Gehäuse (Mini-ITX)	Volumen PSU-Formfaktor	Preis	Lüfterplätze	Mitgelieferte Lüfter	Lautheit frontalschräg*	(CPU/GPU/Innenraum)*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Cooler Master NR200P	20,3 L SFX-L	Ca. € 130,-	4 × 120 mm, 2 × 140 mm	2 × 120 mm	3,0/3,2 Sone	73/66/41 °C	2,08	09/2022	www.pcgh.de/preis/2330820
Jonsplus i100 Pro	25,9 L SFX-ATX	Ca. € 90,-	3 × 120 mm, 3 × 120/2 × 140 mm	–	2,6/2,8 Sone	77/67/48 °C	2,21	09/2022	www.pcgh.de/jonspl100Pro
Hyte Revolt 3	18,4 L SFX-L	Ca. € 120,-	2 × 140 mm	–	2,2/2,8 Sone	73/67/45 °C	2,33	09/2022	www.pcgh.de/HyteRevolt3
Fractal Torrent Nano (Test mit 120er-AIO und ATX-PSU)	34,6 L ATX	Ca. € 140,-	1 × 180/2 × 140, 2 × 140 mm, 1 × 120 mm	1 × 180 mm	4,0/3,6 Sone	73/74/45 °C	2,35	09/2022	www.pcgh.de/preis/2675430
Phanteks Evolv Shift XT	13,5–17,4 L SFX-L	Ca. € 170,-	2 × 140 mm	–	5,0/4,0 Sone	78/66/45 °C	2,83	09/2022	www.pcgh.de/preis/2678460
Lian Li Dan A4-H20 A4	11,1 L SFX-L	Ca. € 160,-	2 × 120 mm	–	4,2/5,0 Sone	77/64/45 °C	3,01	09/2022	www.pcgh.de/preis/2675448

* System: Intel Core i7-12700K (PL1/2: 160 W), Asus ROG Strix B660-i, Asus TUF RTX 3080 12G, 32 GiB DDR5-5600 Corsair Vengeance, Alphacool Eisbaer LT 240, Seasonic Focus SGX-750 (SFX). Umgebungstemperatur: 24 °C. GPU-Temperatur und Lautheitswerte unter Spielelast mit Standard-Lüftersteuerung, CPU-Wert gewichtet, weitere Details im vollständigen Test einsehbar. Wertungssystem für Mini-Gehäuse der PCGH 09/2022 (andere Testverfahren nicht direkt vergleichbar).



Einkaufsführer Netzteile, Sound

Preise: Stand 13.09.2024

PCGH PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH SPAR-TIPP

Netzteile (mit ATX 3.0 oder ATX 3.1)

1.000 Watt als Vergleichsbasis	Preis	PCI-E-8-Pol 12+4-Pol ATX-Mainboard*	80 Plus	Lautheit (nur Lüfter)**	Effizienz***	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Corsair HX1000i 2023	Ca. € 240,-	4× (75,5 cm) 450 W (64,5 cm) 64,0 cm	Platinum	0/0/0, 1/0, 6/2, 3 Sone	90/93/94/91 %	1,22	01/2024	www.pcgh.de/preis/2949218
FSP Hydro Ti Pro	Ca. € 235,-	5× (78,0 cm) 600 W (69,5 cm) 58,0 cm	Titanium	0/0/0/0, 2-3, 0/0, 3 Sone	92/95/95/93 %	1,22	01/2024	www.pcgh.de/preis/2948284
Asus ROG Strix 1000G Aura Gaming	Ca. € 180,-	4× (67,5 cm) 600 W (66,5 cm) 59,5 cm	Gold	0/0/0/0, 2/0, 6 Sone	87/91/93/91 %	1,22	09/2023	www.pcgh.de/preis/2863233
MSI MPG A1000G PCIE5	Ca. € 155,-	6× (73,5 cm) 600 W (60,0 cm) 60,5 cm	Gold	0/0/0, 1/1, 1/2, 8 Sone	88/92/93/90 %	1,28	09/2023	www.pcgh.de/preis/2815736
Corsair RM1000X Shift (ATX 3.1)	Ca. € 180,-	7× (72,5 cm) 450 W (64,0 cm) 60,5 cm	Gold	0/0/0/0, 7/1, 9 Sone	87/91/93/90 %	1,35	09/2023	www.pcgh.de/preis/2888904
Be Quiet Dark Power 13	Ca. € 250,-	4× (60,0 cm) 600 W (60,0 cm) 59,5 cm	Titanium	0, 1/0, 1/0, 2/0, 6/1, 0 Sone	92/95/95/92 %	1,37	01/2024	www.pcgh.de/preis/2876417
PCGH Enermax Revolution D.F. X	Ca. € 130,-	4× (78,0 cm) 600 W (60,0 cm) 64,5 cm	Gold	0/0, 7/0, 8/1, 4/2, 8 Sone	92/94/93/90 %	1,40	01/2024	www.pcgh.de/preis/2991120
Seasonic Focus GX	Ca. € 160,-	3× (61,0 cm) 600 W (74,0 cm) 60,0 cm	Gold	0/0, 3/0, 3/1, 8/3, 7 Sone	89/92/93/90 %	1,42	01/2024	www.pcgh.de/preis/3002967
Thermaltake Toughpower GF3	Ca. € 130,-	4× (63,0 cm) 450 W (59,5 cm) 59,5 cm	Gold	0/0/0, 1/1, 2/4, 3 Sone	88/91/92/90 %	1,43	09/2023	www.pcgh.de/preis/2807935
Asus ROG Loki Gaming (SFX-L)	Ca. € 225,-	3× (45,0 cm) 600 W (44,5 cm) 44,5 cm	Platinum	0/0/0/1, 8/3, 1 Sone	91/94/94/91 %	1,47	09/2023	www.pcgh.de/preis/2817177
Be Quiet Pure Power 12 M	Ca. € 150,-	4× (61,0 cm) 600 W (59,5 cm) 54,5 cm	Gold	0, 2/0, 2/0, 2/0, 4/1, 7 Sone	89/92/93/90 %	1,51	09/2023	www.pcgh.de/preis/2884016
Be Quiet Straight Power 12	Ca. € 180,-	4× (69,0 cm) 600 W (59,5 cm) 59,0 cm	Platinum	0, 1/0, 1/0, 3/1, 4/2, 4 Sone	89/92/94/92 %	1,53	01/2024	www.pcgh.de/preis/2966446
Corsair SF1000L (SFX-L)	Ca. € 170,-	5× (48,5 cm) 450 W (40,0 cm) 30,0 cm	Gold	0/0/0, 4/4, 1/5, 9 Sone	91/94/94/91 %	1,55	01/2024	www.pcgh.de/preis/2934901
Corsair RM1000e	Ca. € 155,-	6× (72,0 cm) 450 W (64,5 cm) 59,5 cm	Gold	0, 6/0, 6/0, 7/1, 3/1, 5 Sone	88/93/93/91 %	1,57	01/2024	www.pcgh.de/preis/2928401
Chieftec Polaris 3.0	Ca. € 175,-	4× (69,5 cm) 600 W (63,5 cm) 63,5 cm	Gold	0/0/0, 6/2, 8/5, 2 Sone	88/92/93/90 %	1,61	09/2023	www.pcgh.de/preis/2939937
Enermax Revolution D.F. 2	Ca. € 115,-	6× (78,0 cm) 600 W (60,0 cm) 64,0 cm	Gold	0/1, 2/1, 4/2, 6/3, 6 Sone	91/93/93/90 %	1,75	01/2024	www.pcgh.de/preis/2919275

* Kabelnängen mit gemessener, bis zu ca. **Angabe. 12VHPWR-Codierung bei Corsair: 600 W. ** Sone im 50-cm-Abstand zum Lüfter unter gemessener Drehzahl der Laststufen, mit Beachtung des Passivbereichs, unter 10/20/50/80/100 % Last des Netzteils. *** Unter 10/20/50/100 % Last. | Bemerkung: Werte und Kabelausstattung können bei anderen Wattklassen (derselben Serie) abweichen, prüfen Sie daher genau nach. Mehr Infos, Rechner und Hilfestellungen unter www.pcgh.de/netzteile.

Soundkarten

Soundkarten intern	Preis	Kanäle/Abtastrate	DAC/SNR (Kopfhörer)	Kopfhörerverstärker	Dolby Digital Live/DTS Connect	Besonderheiten u. a.	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Creative Sound Blaster AE-9	Ca. € 300,-	Bis 5.1/32 Bit bei 384 kHz	ESS9038/129 dB	Ja, „Xamp“	Ja/Ja	Ges. Op-Amps, extern. Modul	1,37	11/2019	Non-PE exkl. bei Creative verfügb.!
Creative Sound Blaster AE-7	Ca. € 165,-	Bis 7.1/32 Bit bei 384 kHz	ESS9018/127 dB	Ja, „Xamp“	Ja/Ja	Externes Bedien-Modul	1,51	11/2019	www.pcgh.de/preis/2094469
Creative S. Blaster X AE-5 Plus	Ca. € 105,-	Bis 5.1/32 Bit bei 384 kHz	ES9016K2M/122 dB	Ja, LM4562	Ja/nein	RGB-Beleuchtung	1,98	07/2020	www.pcgh.de/preis/2275083
Soundkarten extern	Preis	Kanäle/Abtastrate	DAC/SNR (Kopfhörer)	Kopfhörerverstärker	Dolby Digital Live/DTS Connect	Besonderheiten u. a.	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Creative Sound Blaster X G6	Ca. € 100,-	Bis 7.1/32 Bit bei 384 kHz	CS43131/130 dB	Ja, CS43131	Ja/nein	Auch abseits des PCs nutzbar	1,75	11/2019	www.pcgh.de/preis/1874295
Creative Sound Blaster X3	Ca. € 150,-	Bis 7.1/32 Bit bei 384 kHz	AK4458VN/115 dB	Ja, Dual-Amp	Ja/nein	MAC- und PS4-Support (eing.)	1,80	07/2020	www.pcgh.de/preis/2171277
PCGH Asus Xonar U7 MKII	Ca. € 70,-	Bis 7.1/24 Bit bei 192 kHz	CS4398/114 dB	Ja, CS4398	Nein/nein	Mikr.-Lautstärkereg. am Gerät	2,21	07/2020	www.pcgh.de/preis/1631776

Headsets

Headsets	Preis	Anschlussart	Bauart	Gewicht	Impedanz	Surround	Besonderheiten	Wertung	Test in	Preisvergleich
Yamaha GH01/ZG01 Pack	Ca. € 300,-	USB, Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	260 Gramm	35 Ohm	Ja, virtuell	USB-Audio-Mixer plus Headset	1,26	04/2024	www.pcgh.de/preis/2720283
Astro A50X Wireless	Ca. € 400,-	BT, Funk, USB	Offen, ohrumschließend	360 Gramm	k.A.	Ja, virtuell	Ladestation, Playsync, Dual-Wireless, Dolby Atmos	1,32	04/2024	www.pcgh.de/preis/3078681
Steelseries Arctis Nova Pro	Ca. € 200,-	USB, Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	300 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	Potente USB-Soundkarte	1,35	08/2023	www.pcgh.de/preis/2740751
PCGH JBL Quantum 910 Wireless	Ca. € 190,-	Funk, BT	Geschlossen, ohrumschließend	420 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	Dual-Wireless, ANC, Headtracking	1,39	02/2023	www.pcgh.de/preis/2798420
Corsair Virtuoso RGB XT	Ca. € 200,-	BT, Funk, USB	Geschlossen, ohrumschließend	400 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	Dual-Wireless, Dolby Atmos	1,47	11/2021	www.pcgh.de/preis/2539487
Razer Blackshark V2 Pro 2023	Ca. € 170,-	Funk, BT	Geschlossen, ohrumschließend	330 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	Kein Simultan/Dual-Wireless-Betrieb	1,47	08/2023	www.pcgh.de/preis/2939825
Turtle Beach Stealth Pro	Ca. € 260,-	Funk, BT	Geschlossen, ohrumschließend	420 Gramm	k.A.	Ja, virtuell	Dual-Wireless, Dolby Atmos	1,47	08/2023	www.pcgh.de/preis/2922440
Asus ROG Delta S	Ca. € 150,-	USB-C	Geschlossen, ohrumschließend	300 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	ESS 9281 Quad-DAC, MOA-Support	1,48	06/2021	www.pcgh.de/preis/2451557
Beyerdynamic MMX 300	Ca. € 300,-	Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	280 Gramm	32 Ohm	Nein	Teile wechselbar, handgefertigt	1,49	04/2024	www.pcgh.de/preis/1557567
Logitech Pro G 2 Lightspeed	Ca. € 200,-	Funk, USB, BT, KI	Geschlossen, ohrumschließend	350 Gramm	38 Ohm	Ja, virtuell	Kein Simultan/Dual-Wireless-Betrieb	1,51	04/2024	www.pcgh.de/preis/2953673
Corsair HS80 Max Wireless	Ca. € 160,-	Funk, BT	Geschlossen, ohrumschließend	360 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	Kein Simultan/Dual-Wireless-Betrieb, Dolby Atmos	1,53	04/2024	www.pcgh.de/preis/2996806
JBL Quantum 610 Wireless	Ca. € 115,-	Funk, Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	350 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	Quantum Surround	1,54	02/2023	www.pcgh.de/preis/2660970
PCGH Steelseries Arctis Nova 3	Ca. € 70,-	USB, Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	250 Gramm	32 Ohm	Nein	Sehr leicht, guter Sound, bequem	1,64	08/2023	www.pcgh.de/preis/2796854
PCGH Corsair Virtuoso Pro	Ca. € 115,-	Klinke	Offen, ohrumschließend	360 Gramm	32 Ohm	Nein	(Sehr) offenes Headset, luftig-bequem	1,69	04/2024	www.pcgh.de/preis/3024521
HyperX Cloud III	Ca. € 70,-	USB	Geschlossen, ohrumschließend	310 Gramm	64 Ohm	Ja, virtuell	Nachfolger des Klassikers	1,69	04/2024	www.pcgh.de/preis/2956788
Beyerdynamic MMX 150	Ca. € 100,-	USB, Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	280 Gramm	32 Ohm	Nein	Gutes Preis-Leistungs-Verhältnis	1,71	05/2022	www.pcgh.de/preis/2639390
Rode NTH-100M	Ca. € 150,-	Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	360 Gramm	32 Ohm	Nein	Echtleider, Gel-Kühlung, Studio-Qualität	1,72	04/2024	www.pcgh.de/preis/2890530
PCGH Sharkoon Killer SGH50	Ca. € 45,-	Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	350 Gramm	55 Ohm	Nein	Sehr gute Qualität fürs Geld	1,75	05/2022	www.pcgh.de/preis/2649871
Audio-Technica ATH-GDL3	Ca. € 125	Klinke	Offen, ohrumschließend	230 Gramm	45 Ohm	Nein	Sehr leicht, sehr luftig	1,76	05/2022	www.pcgh.de/preis/2688561
PCGH Asus TUF Gaming H1 Wireless	Ca. € 65,-	Funk, USB	Geschlossen, ohrumschließend	300 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	Günstig, guter Sound, mäßiges Mikro	1,78	04/2024	www.pcgh.de/preis/2641299
Cooler Master CH331	Ca. € 50,-	USB	Geschlossen, ohrumschließend	340 Gramm	16 Ohm	Nein	Gutes Preis-Leistungsverhältnis	1,79	02/2023	www.pcgh.de/preis/2801808

Vorschau: 12/2024



Bild: Intel

Intel Core Ultra 200 (Arrow Lake)*

Die Spatzen pfeifen es verstärkt von den Dächern der Gerüchteküche: Im Oktober startet Intels neue Prozessor-Architektur „Arrow Lake“. Klappt alles (Daumen drücken!), testen wir nicht nur die CPUs, sondern auch erste Mainboards.



Bild: Pimax

Next-Gen-VR*

Mit der Pimax Crystal Light erschien just eine VR-Brille der Spitzenklasse – Zeit für einen frischen Vergleich.



Bild: NZXT

ATX-3.1-PSUs*

Die neue GPU-Generation wirft ihre Schatten voraus. Wir testen Netzteile, die darauf vorbereitet sind.

Weitere Themen (u. a.)*

Tests: Neue Gehäuse & Gaming-Chairs, Dual-Mode-Monitore

Praxis: Bessere Lüfter auf Grafikkartenkühler schnallen



Vollversion:
Titan Quest:
Anniversary Edition

Die nächste PCGH erscheint am
**1. November – JETZT IMMER
FREITAGS!** Abonnenten erhalten
das Heft etwas früher.

* Alle Angaben und Termine ohne Gewähr! Es kann aus Aktualitätsgründen zu außerplanmäßigen Änderungen kommen.

COMPUTEC

marquard group

Ein Unternehmen der Marquard Media Group AG
Verleger Jürg Marquard

Verlag Computec Media GmbH
Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth
Telefon: 0911/2872-100
leserpost@pcgameshardware.de
www.pcgameshardware.de | www.pcg.hx.de

Geschäftsführer Christian Müller, Rainer Rosenbusch

Brand/Editorial Director (V.i.S.d.P.) Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt, Adresse siehe Verlagsanschrift

Leitende Redakteure Raffael Vötter (Print, rv), Andreas Link (Online, al), Manuel Christa (Video, mc), Veronika Maucher (PCGH Ratgeber)

Redaktion Richard Engel (re), Jan Hauck (jh), Oliver Jäger (oj), Felix Kellig (fk), David Ney (dn), Santana Raus (sr), Philipp Reuther (pr), Frank Stöwer (fs), Torsten Vogel (tv)

Mitarbeiter dieser Ausgabe Sven Bauduin (sb), Ralf S. Khan (rsk), Andreas Pollox (ap), Dennis Rippel (dr), Dominik Schreiber (ds)

Layout Frank Pfründer (Lt.), Alexandra Böhm

Layoutkoordination Alexandra Böhm

Titelgestaltung Frank Pfründer

Fotografie Heft tb, mc, re, jh, oj, fk, al, dn, fp, sr, fs, rv, tv, dw

Bildnachweis Sofern nicht anders angegeben: PC Games Hardware

DVD-Produktion Thomas Dziewiszek

Produktion, Vertrieb, Abonnement Marketing Martin Clossmann (Lt.), Uwe Hönig
Simon Schmid

www.pcgameshardware.de

Brand/Editorial Director Thilo Bayer

Redaktion Manuel Christa, Richard Engel, Jan Hauck, Oliver Jäger, Felix Kellig, Andreas Link, David Ney, Santana Raus, Philipp Reuther, Frank Stöwer, Torsten Vogel, Raffael Vötter

Head of Audience & Content Development Andreas Herzog

PCGH Gear Biseth Chhan (Produkt-/Marketing-Manager)

PCGH-Ratgeber Veronika Maucher (Lt.), Frank Stöwer

Entwicklung Markus Wolny (Lt.), René Giering, Tobias Hartlehnert, Christian Strzelczyk

Produktmanagement Aykut Arık

Webdesign Herbert Haida, Daniel Popa

Anzeigen

CMS Media Services GmbH, Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth

Sales Director

Jens-Ole Quiel: Tel.: +49 911 2872-253; jens-ole.quiel@computec.de

Anzeigenberatung Print / Digital

Alto Mair: Tel.: +49 911 2872-144; alto.mair@computec.de

Bernhard Nusser: Tel.: +49 911 2872-254; bernhard.nusser@computec.de

Verantwortlich für den Anzeigenteil

Franziska Behme, Adresse siehe Verlagsanschrift

E-Commerce & Affiliate Daniel Waadt (Head of E-Commerce & Affiliate),

Tobias Billmeier, Benjamin Gründken, Vitalij Lowski, Claus Ludewig, Maximilian Steffen, Thomas Szedlak, Stephan Wilke, Martin Deiß

Creation & Services Wolfgang Fischer (Head of Creation & Services), Jan Weingarten

Corporate Publishing Uwe Hönig (Head of Corporate Publishing)

Anzeigenberatung Online Ströer Digital Media GmbH, Kehrvieler 8-9, 20457 Hamburg

Tel.: +49 40 – 468 567-100

www.stroer.de, kontakt@stroer.de

Anzeigenendisposition Franziska Behme, Sandra Boldt, anzeigen@computec.de

Datenübertragung via E-Mail: anzeigen@computec.de

Es gelten die Mediadaten Nr. 37 (01/2024)

Abonnement – <http://abo.pcgameshardware.de>

Die Abwicklung (Rechnungsstellung, Zahlungsabwicklung und Versand) erfolgt durch DPV Deutscher Pressevertrieb GmbH als leistender Unternehmer.

Post-Adresse:

Leserservice Computec, 20080 Hamburg, Deutschland

Ansprechpartner für Reklamationen ist Ihr Computec-Team unter:

Deutschland

E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 0911-99399098, Fax: 01805-8618002*

Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr

* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

Österreich, Schweiz und weitere Länder:

E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: +49-911-99399098, Fax: +49-1805-8618002

Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr

Einzelversand/Nachbestellung

Online: www.pcg.hx.de/go/shop, E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 0911-99399098, Fax: 01805-8618002*

* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

ISSN/Vertriebskennzeichen PC Games Hardware: 1616-6922 / B 53384

Vertrieb: DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG, Meßberg 1, 20086 Hamburg, Internet: www.dpv.de

Druck: EDS Zrinyi Zrt., Nadas st. 8., H-2600 Vác Ungarn

COMPUTEC MEDIA ist nicht verantwortlich für die inhaltliche Richtigkeit der Anzeigen und übernimmt keinerlei Verantwortung für in Anzeigen dargestellte Produkte und Dienstleistungen. Die Veröffentlichung von Anzeigen setzt nicht die Billigung der angebotenen Produkte und Service-Leistungen durch COMPUTEC MEDIA voraus. Sollten Sie Beschwerden zu einem unserer Anzeigenkunden, seinen Produkten oder Dienstleistungen haben, möchten wir Sie bitten, uns dies schriftlich mitzuteilen. Schreiben Sie unter Angabe des Magazins, in dem die Anzeige erschienen ist, inkl. der Ausgabe und der Seitennummer an: CMS Media Services GmbH, Franziska Behme, Anschrift siehe oben.

Einsendungen Manuskripte und Programme:

Mit der Einsendung von Manuskripten jeder Art gibt der Verfasser die Zustimmung zur Veröffentlichung in den von der Verlagsgruppe herausgegebenen Publikationen. Urheberrecht: Alle in PCGH veröffentlichten Beiträge bzw. Datenträger sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Reproduktion oder Nutzung bedarf der vorherigen, ausdrücklichen und schriftlichen Genehmigung des Verlags.



Deutschland:

4PLAYERS, BUFFED, GAMESWORLD, GAMEZONE, GOLEM, LINUX-COMMUNITY, LINUX-MAGAZIN, LINUXUSER, N-ZONE, PC GAMES, PC GAMES HARDWARE, PC GAMES MMORE, PLAY 5, RASPBERRY PI GEEK, VIDEOGAMEZONE

Marquard Group Hungary:

JOY, JOY-NAPOK, INSTYLE, INSTYLE MEN, EVA, RUNNER'S WORLD

**FREUNDE WERBEN.
UND BELOHNT WERDEN.**

PC-SPIEL KOSTENLOS ALS KEY!

Empfehl **PCGH** weiter und freut euch über ein brandaktuelles Spiel
von **GAMESPLANET**! Das Beste: Der Werber muss selbst kein Abonnent sein!



1

SPIEL AUSSUCHEN

➤ pcgh.de/gamesplanet

2

ABO BESTELLEN

➤ pcgh.de/1-jahres-abo
➤ pcgh.de/2-jahres-abo

3

KEY EINLÖSEN

➤ bei Gamesplanet

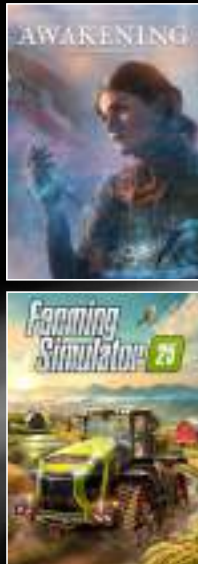


PLUS VIELE WEITERE SPIELE!

➤ **12 AUSGABEN PCGH DVD**
UND **TOP-SPIEL** GLEICH BESTELLEN:

PCGH.DE/1-JAHRES-ABO *

*1-Jahres-Abo DVD: 93,- Euro
(Stand Januar 2023)

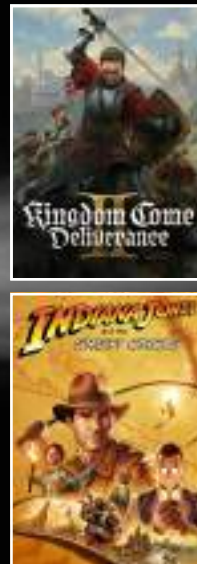


PLUS VIELE WEITERE SPIELE!

➤ **24 AUSGABEN PCGH DVD**
UND **TOP-SPIEL** GLEICH BESTELLEN:

PCGH.DE/2-JAHRES-ABO **

**2-Jahres-Abo DVD: 186,- Euro
(In Deutschland - Stand Januar 2023)



PCGH-ABO? DESWEGEN:

- STARKE PREISVORTEILE
- KEINE AUSGABE VERPASSEN
- BEI ZAHLUNG PER BANKEINZUG
- FRÜHER BEI EUCH ALS AM KIOSK
- KOSTENLOSE ZUSTELLUNG PER POST
- SOGAR ZWEI HEFTE KOSTENLOS!

LIGHT HERE, LIGHT NOW!



LIGHT LOOP

Die Light Loop ist eine leistungsstarke All-in-One-Wasserkühlung mit starker Kühlleistung und lebendiger ARGB-Beleuchtung. Bis zu 3 Light Wings LX 120mm PWM high-speed Lüfter mit 16 digitalen LEDs sorgen für eine farbenfrohe Beleuchtung. Der elegante Kühlblock mit einzigartigem Diffusor bietet eine atemberaubende Optik. Die Light Loop hat eine optimierte Jet Plate und Cold Plate für verbesserte Leistung und kühlt mühelos die neuesten High-End-CPU's, während die neu gestaltete Pumpe mit einem fortschrittlichen IC leise arbeitet. Ein ARGB-PWM-Hub synchronisiert die Beleuchtung, Lüfter und weitere ARGB-Komponenten. Der einfache Zugang zum Nachfüllen und die mitgelieferte Kühlflüssigkeit erhöhen die Langlebigkeit. Erhältlich in schwarzer und weißer Ausführung mit 360mm- und 240mm-Radiatoren.

- Stylisher ARGB-Kühlblock mit vielen Beleuchtungsoptionen für atemberaubende visuelle Effekte
- Bis zu 3 Light Wings LX PWM high-speed Lüfter für farbenfrohe und lebhaftes Kühlung
- Extrem hohe Kühlleistung für alle Consumer-CPU's
- Hochmoderne Pumpe mit fortschrittlichem IC
- Speziell entwickelte Jet Plate und Cold Plate für hervorragende Leistung

Erhältlich bei:

alternate.de · arlt.de · bora-computer.de · caseking.de · computeruniverse.net · conrad.de · hiq24.de · e-tec.at
galaxus.ch · mindfactory.de · notebooksbilliger.de · reichelt.de



DEVELOPED
IN GERMANY

be quiet!



DA ASESORAMIENTO ASESORAMIENTO ASESORAMIENTO ASESORAMIENTO

GRUPO DE PASDEL GRUPO DE PASDEL GRUPO DE PASDEL GRUPO DE PASDEL

de pasdel Grupo de pasdel Grupo de pasdel Grupo de pasdel Grupo

o, no obligatorio, no obligatorio, no obligatorio, no obligatorio,

gatorio, tiempo gatorio, tiempo gatorio, tiempo gatorio, tiempo